





*Blg. Carolinum*

222 3 372 0

Das

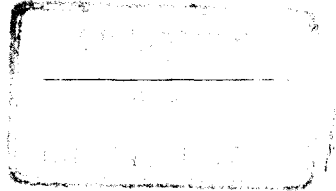
# Leben der Pflanzenzelle,

deren

Entstehung, Vermehrung, Ausbildung und Auflösung.

Von

**Dr. Theodor Hartig.**



Mit zwei Tafeln Abbildungen.

Bibliothek.  
Collegium Carolinum.

---

**Berlin,**

A l b e r t F ö r s t n e r .

1 8 4 4 .

Handwritten text, likely a signature or date, appearing as a dark, stylized scribble.

## E i n l e i t u n g.

---

**I**n meinen Beiträgen zur Entwicklungsgeschichte der Pflanzenzelle (Berlin 1843, bei A. Förstner), habe ich die Ansicht aufgestellt und zu belegen gesucht: dass die ursprünglich einfache Zellhaut nicht, wie bisher angenommen wurde, durch Ablagerung von Membran-Stoff auf ihre Innenfläche sich verdicke, sondern dass jede secundäre und weitere Schichtenbildung durch Absonderung nach Aussen und durch Ablagerung auf die Aussenfläche der primitiven Zellhaut geschehe; dass daher die Letztere nicht an der äussersten Grenze der fertigen, dickwandigen Zelle zu suchen sei, sondern dass sie stets das Lumen der Zelle mit Einschluss der Tüpfelkanäle und des Tüpfeltrichters auskleide. Diese innerste Haut nannte ich, der Beziehungen halber, in denen sie zur Spiralbildung steht, die Faltenhaut — Ptychode. Sie war bisher grösstentheils gänzlich unbemerkt geblieben oder für coagulirten Zelleninhalt gehalten worden; in einigen Fällen hatte man sie jedoch als die wahre, in eine allen Nachbarzellen gemeinschaftliche Teigmasse gebettete, Zelle erkannt.

Das Merkwürdigste an der Ptychode ist: dass sie nicht schon längst bemerkt und als das angesprochen wurde, was sie wirklich ist. Zuerst im September 1841 sprach ich darüber in der Versammlung der Naturforscher und Aerzte. Etwas erweiterte Beobachtungen machte ich in meiner kurz darauf herausgegebenen Befruchtungstheorie (Braunschweig, bei Vieweg, 1842) bekannt. Diesem folgten die Mittheilungen in den Heften 4 — 6 meines Lehrbuches der Pflanzenkunde (Berlin, bei A. Förstner, 1841 — 44). Meine Ansichten über Primogenitur der Ptychode und über das Verhältniss, in dem dieselbe zu den übrigen Zellentheilen steht, sind in den Beiträgen niedergelegt.

Die äusseren Ablagerungsschichten betreffend, unterschied ich, mit Bezug auf die Ptychode als primitives, noch ein secundäres und tertiäres Gebilde. Die secundäre, der Ptychode unmittelbar angelagerte, aus einer Mehrzahl erkennbarer Ablagerungsschichten zusammengesetzte, von den Tüpfelkanälen durchsetzte Formation, einer jeden einzelnen Ptychode eigenthümlich angehörend, nannte ich die unbeständige Formation — Astathe, wegen ihrer Veränderlichkeit unter Einwirkung von Wasser, Säuren und Alkalien, sowohl in ihren chemischen als auch, und hauptsächlich, in ihren räumlichen Verhältnissen. Es waren diese Schichtungen auch schon früher als secundäre Formation betrachtet worden, aber nicht mit Beziehung auf die Ptychode, sondern auf die äusserste Zellengrenze.

Ptychode und Astathe, primitive und secundäre Formation, zeigten sich mir im ausgebildeten Zellgewebe überall. Im parenchymatischen Zellgewebe erschienen sie mir meistens als die Einzigen. Ich glaubte, dass sich die secundären Formationen solchen Zellgewebes unmittelbar berührten (Befruchtungstheorie Fig. 16). Eine scharfe äusserste doppelte Grenzlinie, wie sie Mohl Fig. 2, 3, 17, 23 zu seinen Bemerkungen in Nro. 15 — 19 der botanischen Zeitung vom Jahre 1844 zeichnet,

konnte ich nicht entdecken. Dennoch liessen die Schichtungen deutlich erkennen, dass ein Ineinanderfliessen der benachbarten Astathen nirgend Statt findet. Die Grenze zweier Nachbarzellen, nur im Umfange der Intercellular-Räume scharf gezeichnet (Beiträge Fig. 8 a d), erschien in solchen Fällen zwischen zweien Intercellular-Räumen entweder als eine leichte Schattenlinie (Beiträge Fig. 8 b) oder als ein Netzwerk über das Planum des Objects wenig hervortretender Wälle, ebenfalls nicht scharf, sondern nur durch Licht und Schatten begrenzt. Endlich, in noch andern Fällen, zeigte sich die äusserste Grenze als ein höchst schmaler, die blaue Färbung der Astathe nicht annehmender Lichtsaum (Lehrb. der Pflkde. Taf. 27 Fig. 7, Taf. 31 Fig. 2 c, Fig. b). Hier sah ich häufig eine mittlere Trennungslinie von Intercellular-Raum zu Intercellular-Raum verlaufen, und darin keine Spur eines verbindenden Zwischenkittes.

Einen verbindenden Zwischenkitt, die Tertiär-Formation der Zellen, Mohl's Primitiv-Haut, von mir schon vor 10 Jahren Holzkitt, jetzt Eustathe-Substanz genannt, fand ich aber schon hier und da im parenchymatischen Zellgewebe deutlich entwickelt; am häufigsten als inneren Ueberzug der Intercellular-Räume und Zellgewebs-Lücken (Lehrb. d. Pflkde. Tab. 31 Fig. 2, i. k. l. Tab. 45 Fig. 3, d. d. p.); mächtig und im ganzen Umfange der Astathe entwickelt im älteren Parenchym des Markes vieler Laub- und Nadelhölzer (Beiträge Fig. 12—14).

Die Zwischenlagerung einer, den Nachbarzellen gemeinschaftlichen, dieselben verkittenden, Eustathe-Substanz, im parenchymatischen Zellgewebe nur ausnahmsweise erkennbar, dem Prosenchym der Saft-ringe gänzlich fehlend, erkannte ich als Regel im Prosenchym des Holzes und der eigentlichen Bast-faserbündel.

Die Eustathe ist aber nicht überall im Umfange der Zellen abgelagert. Selbst da, wo sie am vollkommensten und mächtigsten ausgebildet erscheint, fehlt sie doch stets dem Raume zwischen den Enden zweier communicirender Tipfelkanäle. Die ungemein zarten, durchsichtigen, was-serklaren Schliesshäute der Tipfel, gehören der Eustathe nicht an (Beitr. Fig. 11). Die Ptychodehäute berühren sich hier unmittelbar und sind untereinander verwachsen.

Hieraus, d. h. aus dem, noch im ausgebildeten Zustande der Zelle erkennbaren, Zusammenhange der innersten Zellhäute benachbarter Zellen; zweitens: aus dem allgemeinen Vorhandensein der Ptychode in jeder Zelle und in jedem Lebensalter derselben, aus dem beschränkteren Vorkommen der Astathe und dem noch mehr beschränkten der Eustathe; drittens: aus dem Entwicklungsverlaufe, und endlich viertens: aus der Natur der Eustathe, namentlich aus dem Mangel eines dieselbe trennenden, mittleren Raumes, glaubte ich folgern zu müssen: dass die innerste Zellhaut die ursprüngliche sei und dass daher Astathe als secundäres, Eustathe als tertiäres Gebilde, nach Aussen abgelagert werde, woraus dann wiederum meine Ansichten über Ursprung und Bau des Tipfels und der Spiralfaser entsprangen, wie ich diese in meinen Beiträgen ausgesprochen habe.

Herr Mohl hat meine Arbeit einer speciellen Controle werth gehalten, und die Resultate derselben in Nro. 15—19 des laufenden Jahrganges der botanischen Zeitung: Einige Bemerkungen über den Bau der vegetabilischen Zelle mitgetheilt.

Bestätigt wird durch Mohl's Controle:

1) Das Vorhandensein einer innersten, von den darauf folgenden Schichtungen erkennbar verschiedenen Haut der fertigen Zelle, mit Ausnahme der Markzelle von *Taxodium distichum*, in allen von mir bezeichneten und in vielen von ihm beobachteten Fällen (Seite 337).

2) Die Auskleidung der Tipfelkanäle durch diese Haut, so wie die Bildung spiralförmiger Falten durch dieselbe (S. 324).

### 3) Die Einheit der Eustathe (S. 338).

4) Das Vorhandensein und die Primogenitur einer innersten Haut im jugendlichen Zellgewebe, die Mohl jedoch für ein vorübergehendes, nur mit der Entstehung der Zelle in Verbindung stehendes Gebilde hält, während nach meiner Ansicht es nichts Anderes als die jugendliche Ptychode ist \*).

Mit diesen Zugeständnissen kann ich, so scheint es mir, für's Erste wohl zufrieden sein. Wenn Mohl sich entschieden gegen meine, aus den Beobachtungen abgeleiteten, Ansichten ausgesprochen hat, so dürfte dies besonders auf folgenden Gründen beruhen:

1) Glaubt Mohl, dass die Ablagerung der secundären Schichten auf die Innenseite der primitiven Haut erst dann beginne, wenn der Prozess der Zellenmehrung aufgehört habe (S. 339);

2) dass die Eustathe zwischen je zweien correspondirenden Tipfelkanälen nicht unterbrochen sei (S. 273 und Fig. 8, 18, 24 der Bemerk.);

3) dass das trennende Netzwerk kleiner Wälle oder Gräben, wie es sich auf dem Plannum der Querschnitte aus parenchymatischem Zellgewebe zeigt, z. B. Fig. 2, 17, 23 der Bemerk., dasselbe sei, was auf Querschnitten von Holz und Bastfasern die gemeinschaftliche Scheidewand bildet, wie in den Figuren 8, 18, 24, 15;

4) dass das die Ptychode oder Primordial-Schläuche der Cambiumschicht sondernde Netzwerk (Fig. 1) eine unmittelbare Fortsetzung dessen sei, was Mohl Primitiv-Haut, ich Eustathe der fertigen Holzschicht nenne;

5) dass die Zellen in allen Entwicklungsstadien in festem Zusammenhange stehen;

6) dass in vielen Fällen eine innere häutige Begrenzung des Zellenraumes nicht nachweisbar sei.

Ich freue mich und fühle mich geehrt, einen Gegner wie Mohl gefunden zu haben, und will den Versuch machen, seine Anstände zu beseitigen.

Wer die im Nachstehenden ausgesprochenen Theorien mit dem in der Wissenschaft Bestehenden und Herrschenden zusammenhält, wird, ohne controlirende eigene Beobachtungen, zu gar Vielem ungläubig den Kopf schütteln. Das fühle ich selbst, und habe daher überall die Beobachtungen von den daraus entwickelten Ansichten möglichst scharf zu sondern gesucht. Ich habe mir ferner die grösste Mühe gegeben, den Leser in den Stand zu setzen, mit den geringsten Hülfsmitteln und selbst mit nur mittelmässigen Instrumenten, sich in kurzer Zeit von der Richtigkeit der Beobachtungen überzeugen zu können. Dazu gehörten solche Objecte der Untersuchung, die eine möglichst geringe Vergrösserung zur deutlichen Erkenntniss des an ihnen Beobachteten erheischen, die leicht und sicher in den Formen und Verhältnissen gesehen werden können, in der sie meiner Untersuchung vorlagen, nicht schwierig für eine solche zu präpariren sind; die sich in möglichst natürlichem, weder durch das anatomische Messer noch durch Abkochung, Maceration oder durch Wirkung anderer Kräfte veränderten Zustande beobachten lassen, und die überall ohne Schwierigkeiten zu beziehen sind. Diesen Bedingungen entsprachen am meisten die im Fruchtsafte einheimischer Früchte auf natürlichem Wege

\*) Seite 24 meiner Befruchtungs-Theorie, wo es wörtlich heisst: „Das Vorkommen des Innenschlauches ist ebenfalls nicht auf die Narbe beschränkt, sondern auf die meisten Organformen des Blattes und des Stengels verbreitet.“ (Sein Vorkommen in den Lebenssaftgefässen und in den Spiralröhren hatte ich damals noch nicht erkannt); ferner die Darstellungen, welche ich von dieser innersten Zellohaut Fig. 9, 12, 13, 15, 16, 18—23, 29 meiner Befruchtungs-Theorie; Tafel 28, 30, 31, 45 meines Lehrbuches der Pflanzenkunde; Fig. 8, 12, 14, 27 meiner Beiträge gegeben habe, der Vergleich dieser Abbildungen mit denen, welche Mohl seinen Bemerkungen beigelegt hat, ferner die entwickelte Theorie selbst, in welcher ich die Ptychode überall und ganz allgemein als die zuerst auftretende Zellohaut darstelle, dürften den unwiderleglichsten Beweis liefern, dass Mohl's Primordialschlauch und meine Ptychode ein und dasselbe sind.

mehr oder minder isolirten Zellen, so wie das häufig ungewöhnlich grosszellige Fruchtfleisch, daher ich auf diese Objecte mich in meiner Arbeit vorzugsweise bezogen habe.

Die Controle der meisten Beobachtungen wird zu jeder Zeit und an jedem Orte ausführbar sein, da, wie mich eigens zu diesem Zwecke unternommene Untersuchungen überzeugt haben, selbst die von Conditoren und Hausfrauen eingemacht aufbewahrten Früchte dazu sehr wohl geeignet sind. Die wichtigsten Derselben habe ich selbst in Menge zu conserviren gesucht, und werde auf Verlangen sehr gern dem controlirenden Beobachter davon mittheilen.

Die erste der beigefügten Figurentafeln giebt die Beläge für die verschiedenen Entwicklungszustände der Zelle im Allgemeinen, und im Besonderen der der höheren Pflanzen. Die zweite Tafel hingegen zeigt den Entwicklungsgrad der fertigen Zelle niederer Pflanzenformen, von *Protococcus*, *Ulva* und *Tremella* aufwärts bis zu den Farrenkräutern. Bei meinen bildlichen und wörtlichen Darstellungen habe ich darauf Rücksicht genommen, die Richtigkeit der in meinen Beiträgen niedergelegten Ansichten vorzugsweise an solchen Objecten darzuthun, die Mohl in seinen Bemerkungen als Beweise gegen dieselben besprochen und abgebildet hat. Diese dreifache Richtung meiner Arbeit war mir Probiereisen meiner eigenen Ansichten, sie wird es hoffentlich auch Anderen werden.



## Erster Abschnitt.

---

### Das Leben der Pflanzenzelle in der Periode der Zellenmehrung.

Nach den herrschenden Ansichten über Entstehung der Zellen, steht diese in innigem Zusammenhange mit einer kleinen, rundlichen Zelle von eigenthümlichem Ansehen, dem Zellenkerne oder Cytoblasten. Es soll die Grundlage desselben ein Schleimballen sein, in dessen Umfange sich die Zellhaut bildet. Durch Ausdehnung der Letzteren zur Zelle, soll der Schleimballen einseitig wieder frei werden, auf der freien Seite eine zweite innere Zelle bilden, die, wie die erste sich ausdehnend, den Schleimkörper in eine Duplicatur der Haut einschliesst, woher es kommt, dass in späteren Lebensperioden der Zellenkern seltener frei im Innern der Zelle, sondern meist in einer Spaltung der Zellhaut gefunden wird.

Bereits in meinen Jahresberichten über forstlich angewandte Naturkunde (Berlin 1837, A. Förstner I, 1. S. 91, also ein Jahr früher als Schleiden in Müller's Archiv, hatte ich gegen Meyen, der den Zellenkern für einen aus condensirtem Schleim und Pflanzenleim bestehenden, dem Stärkemehl verwandten Körper hielt (Physiologie I. S. 208), die Ansicht ausgesprochen, dass ich ihn für mehr als dies halte, dass er mit der Bereitung des Stärkemehls in Beziehung stehe, und dass da, wo sich im Intercellular-Raume neue Zellen bilden, der Nucleus die Basis derselben zu sein, diese sich um ihn herauszubilden scheine. Ich hatte nämlich schon damals erkannt, dass im jugendlichen Zellgewebe der Nucleus nicht im Innern der Zelle sich finde, sondern vom Zellraume stets durch eine Haut abgeschlossen sei, wodurch ich zu der irrigen Ansicht geleitet wurde, dass er im Intercellular-Raume entstehe. Seit Schleiden's Bearbeitung dieses Gegenstandes in Müller's Archiv 1838, S. 137, hatte die Ansicht der Zellenbildung durch Zellenkerne, bis in die neueste Zeit allgemeine Geltung gewonnen, jedoch mit der Aenderung, dass die ihn vom Zellenlumen abschliessende Haut, eine nachträgliche Bildung sei. Das ist aber ganz gewiss unrichtig, der Zellenkern entsteht nie im inneren Zellraume.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass in jungem, lebhaft wachsenden Zellgewebe der meisten Pflanzen, in der Regel nur ein Cytoblast im Innern jeder Zelle vorkommt. Nach der Theorie bildet jeder Cytoblast nur eine Zelle, wenn auch zwei Zellhäute. Wenn nun, wie angenommen wird, die Bildung des Cytoblasten im innern Zellraume vor sich geht, so ist in der That nicht einzusehen, wie aus dem Vorgange eine Vermehrung der Zellen resultiren kann. Es kann sich auf diese Weise wohl eine neue Zelle in einer alten bilden, allein damit ist ja Nichts gewonnen! Mindestens müsste man doch annehmen, dass die ursprünglich einfache Ptychode der Mutterzelle sich in eine innere und in eine äussere Haut spalte, der Cytoblast sich zwischen diesen beiden Häuten bilde und zur Zelle entwickele, so, dass die innere Ptychodehaut zu einer, die neue Zelle zur zweiten Zelle werde.

Dies war früher meine Ansicht über Zellenbildung durch Cytoblasten, der sich aber verschiedene unabweisbare Thatsachen entgegenstellten. Dahin gehört hauptsächlich: dass der Cytoblast ein der Pflanze oder dem Pflanzentheile eigenthümliches Maximum seiner Grösse nie übersteigt, und dass dies Maximum stets weit zurückbleibt hinter der Grösse der Zellen, die aus ihm entstehen sollen. Die nachfolgenden Beobachtungen werden, so hoffe ich, einiges Licht auch auf die Bedeutung dieses räthselhaften Körpers werfen.

#### a) Entstehung der Zellen.

Zellen entstehen nur im Innern einer Mutterzelle. Sie sind ursprünglich einfache Ptychodezellen mit flüssigem Inhalte, dem Zellsaft. Im Verlauf ihrer Entwicklung spaltet sich die Ptychode in eine innere und äussere Ptychodehaut. Dadurch entsteht ein vom Zellraume gesonderter Ptychoderaum. In Letzterem sondert sich aus dem Zellsafte eine dem Milchsafte ähnliche Flüssigkeit, der Ptychodesaft. Im Ptychodesafte bildet sich die neue Zellbrut, die zu drei verschiedenen Zellen-Arten: zu Verdauungs-, Fortpflanzungs- und Farb-Zellen sich entwickelt.

Die Verdauungs- (Metacard-) Zellen verrichten das Geschäft weiterer Verarbeitung der Zellsäfte. Die Fortpflanzungs- (Epigon-) Zellen entwickeln neue Zellbrut dreifach verschiedener Natur in ihrem Ptychoderaume, wie die Mutterzelle selbst. Die Schönfarb- (Euchrom-) Zellen bilden in ihrem Ptychoderaume das Euchrom (wohin auch die Chlorophyllsubstanz gehört) und das Stärkemehl.

Die Zellbrut trennt sich auf dreifach verschiedene Weise von der Mutterzelle: entweder durch Auflösung der äusseren Ptychodehaut, wodurch der gesammte Inhalt des Ptychoderaumes frei, die innere Ptychode der Mutterzelle mit ihrem Zellsafte zur einfachen Ptychodezelle und durch erneuerte Spaltung fortbildungsfähig wird; oder durch Ausstülpung der äusseren Ptychodehaut mit einem Theile der Zellbrut der Mutterzelle, oder endlich durch Einstülpung der inneren Ptychodehaut mit Zellbrut, in den Zellraum, beide letzte Fälle, verbunden mit Abschnürung der Aus- oder Einstülpung zu selbstständigen Brutbeuteln.

#### Beobachtungen.

Wenn man die Haut reifer Früchte von *Solanum nigrum* aufritzt und einige Tropfen des sich hervordrängenden Saftes auf eine Glastafel bringt; wenn man die Flüssigkeit mit einer Glasplatte deckt, nachdem man die zu starke Pressung durch eine Zwischenlage von Oberhautstückchen verhindert hat, so wird man, schon bei 150maliger Linear-Vergrösserung, folgenden Inhalt des Fruchtsaftes erkennen.

1) Kugelrunde klarhäutige Zellen von  $\frac{1}{600}$  —  $\frac{1}{20}$  Par. Linien im Durchmesser, vollkommen isolirt im Saft schwimmend. Ein Theil dieser Zellen enthält ungefärbte, ein anderer Theil karminrothe Säfte. Besonders an diesen letzteren ist der Entwicklungsverlauf mit der grössten Sicherheit zu verfolgen. Es findet derselbe in ganz gleicher Weise auch bei den Zellen mit ungefärbten Säften statt, ist aber wegen Mangels der Farbdifferenz bei weitem nicht so in die Augen fallend.

Die kleinsten Zellen, nicht viel grösser als die Kügelchen des Milchsafte, aber, wie auch im Fruchtsafte der Cacteen, mit bestimmt roth gefärbtem Inhalte, sind so zarthäutig, dass die rothe Farbe bis zum äussersten Rande reicht, das Vorhandensein einer einschliessenden Haut also nur durch die Form und scharfe Begrenzung der Zelle erkennbar ist. Bis zu einem Durchmesser von  $\frac{1}{40}$  P. L. kommen einzelne Zellen vor, die einen eben so einfachen Bau zeigen. Fig. 1. Nichts steht der Annahme entgegen, dass wir es hier mit einer einfachen, den rothen Zellsaft umschliessenden Haut zu thun haben. Durch Behandlung mit Jod erhält die Haut eine braune Farbe; in Säuren erhält sie sich und zieht sich zusammen, Alkalien lösen sie auf; nach einmaligem Austrocknen lässt sie sich durch Anfeuchtung nicht wieder herstellen. Es ist die einfache Ptychodezelle, die vor uns liegt.

Ein anderer Theil der Zellen, von geringer als mittlerer Grösse, aufwärts bis zu  $\frac{1}{20}$  Par. Lin.,

zeigt folgende Veränderungen. Ein heller Saum, der den rothen Zellsaft begrenzt und von der Flüssigkeit, in der die Zellen schwimmen, trennt, lässt auf eine Verdickung der Zellhaut schliessen. Gewöhnlich nur an einer, mitunter an mehreren Stellen im Umfange der Kugel gleichzeitig, zeigt sich eine Spaltung des die rothe Flüssigkeit begrenzenden Lichtringes, die immer weiter um sich greift, bis sich die, ursprünglich einfache Zelle, in zwei ineinandergeschachtelte, zarthäutige Zellen gespalten hat. Nennen wir diese die innere und die äussere Ptychode. Gleichzeitig mit der Spaltung selbst sieht man in den dadurch gebildeten Räumen einen ungefärbten, aber getrübbten Saft sich ansammeln, ähnlich dem Milchsafte der Euphorbien, aber feinkörniger. Wo sich dieser Saft in grösserer Menge angesammelt hat, erkennt man deutlich eine strömende Fortbewegung, wie die der Saftströmen an den Wandungen vieler Zellen. Man kann diese vom Zellsafte deutlich unterschiedene Flüssigkeit den Ptychode-Saft nennen. Fig. 2.

In dem Ptychode-Safte bilden sich nun zuerst kleine, vollkommen wasserklare Bläschen von  $\frac{1}{250}$  bis  $\frac{1}{200}$  Par. Lin. im Durchmesser, die anfänglich nur durch das Verdrängen des opaken Saftes, Fig. 17 a, später erst durch scharf gezeichnete eigene Umrisse sichtbar werden. Fig. 17 b. In den meisten Fällen beschränkt sich diese Bläschenbildung auf eine Stelle des Spaltraumes; die Bläschen und der Ptychode-Saft häufen sich hier dann in grosser Menge und drängen die innere Ptychode mit dem rothen Saft gegen den Mittelpunkt der Kugel. In anderen Fällen tritt die Bläschenbildung an mehreren Stellen des Spaltraumes nesterweise und gleichzeitig hervor. Fig. 3.

In vielen Zellen entwickelt sich eins der im Ptychoderäume entstandenen Bläschen sehr früh zu überwiegender Grösse, wodurch an der Stelle, die es einnimmt, eine beträchtliche Aussackung der äusseren Ptychodehaut entsteht. Da sich aber die übrigen Bläschen dicht um dasselbe lagern, so habe ich nie Gewissheit erlangen können, dass dies mittlere Bläschen, wie ich vermuthete, sich zum Cytoblasten ausbilde. Fig. 4 a.

Die Mehrzahl der Ptychode-Bläschen, zu einer Grösse von  $\frac{1}{200}$  Par. Lin. herangewachsen, erleidet folgende Veränderungen. An einer Stelle ihres Mantels bildet sich ein punktförmiges Fleckchen, welches allmählich grösser wird und sich dann bestimmt grün gefärbt zeigt. Fig. 17 b, c. Mitunter schien es mir, als erhielte um diese Zeit der Ptychodesaft selbst eine grünliche Färbung. Die grüne, bei anderen Pflanzen, z. B. in den Fruchtzellen von *Lonicera grata* rothe, in denen von *Cucurbita Melopepo* gelbe, in denen von *Rubus fruticosus* blaue Masse breitet sich auf ungefähr  $\frac{1}{4}$  des Kugelmantels im Innern der Zelle scheibenförmig aus, so dass sie von einer Seite als ein grüner Kreis, von einer andern als ein grünes Kugelsegment erscheint. Fig. 17 d. Die nach dem Mittelpunkt der Zelle gewendete Mitte der Scheibe ist etwas hügelig, auch die Ränder sind etwas aufgezogen, Fig. 17 e, kurz: die Ablagerung des grünen Stoffes zeigt genau dieselben Formen wie die einseitige Ablagerung des Saftes und der Bläschen im Ptychodespalt, Fig. 5, und die Behauptung: es geschehe auch hier die Ablagerung des grünen Stoffes nicht frei auf die Innenfläche der Zellhaut, sondern im Innern einer Spaltung derselben, wird Dem, der meine Beobachtungen hier, wie an den Früchten von *Convallaria multiflora*, *Ribes grossularia* etc. verfolgt, nicht zu gewagt erscheinen.

Mitunter zeigen sich in den Bläschen mehrere Ablagerungsstellen der grünen (Fig. 17 d), blauen (Fig. 18 g), rothen (Fig. 18 f) oder gelben Substanz. Mitunter ist dieselbe ring- oder halbmond- oder sternförmig abgelagert, wie in den Fruchtzellen der rothbeerigen *Loniceren*, Fig. 18 f, wo dieser lebhaft orangeroth gefärbte Stoff durch Säuren eine schmutzig-grüne Farbe annimmt, und dadurch seine Verwandtschaft mit dem Chlorophyll verräth. Ich werde den Stoff Euchrom, die Zellchen, welche ihn abscheiden, Euchrom-Zellen nennen.

Im Verlauf der Fortbildung verbreitet sich bei *Solanum nigrum* die grüne Färbung über den ganzen Umfang der Euchrom-Zelle. Zwischen den beiden Ptychoden der Mutterzelle liegend und durch diese plattgedrückt, zeigt sich letztere alsdann, von oben und von der Seite gesehen, wie Fig. 18 a und b. Weiterhin treten aus der grünen Färbung einzelne hellere Stellen hervor, wie Fig. 18 c zeigt. Diese werden nach und nach grösser, abgerundeter und heller, wie Fig. 18 d und e, in welchem Zustande sie sich durch die Reaction von Jod als Stärkemehlkörner bestimmt zu erkennen geben, gebettet in die Euchrom-Substanz und umschlossen von der erweiterten Euchrom-Zelle. In dem lockeren Zellgewebe um die Samen von *Cucurbita Melopepo* ist das Euchrom, in welches die Mehlkörner gebettet

sind, gelb, in noch anderen Fällen, wie z. B. zwischen den Zwillings- bis Vierlings-Mehlkörnern im Ptychoderaume der Zellen des Arillussaftes von *Passiflora edulis*, Fig 9, fehlt es gänzlich.

Die Euchrom-Zellen sind daher zugleich die das Stärkemehl absondernden Organe. Ich glaube, dass die Absonderung ebenfalls, wie die des Euchrom selbst, im Ptychoderaume dieser Zellen vor sich geht. Ob die Mehlbildung in besonderen, im Ptychoderaume der Euchrom-Zellen sich entwickelnden Zellen vor sich gehe, lässt sich wenigstens hier nicht ermitteln.

Recht instructiv sind in dieser Hinsicht die Euchrom-Zellen aus den Markzellen von *Pelargonium inquinans*. Dicht unter der Spitze wachsender Triebe enthalten die Zellen Euchrom-Zellen, die unter der Einwirkung von Jod ihre grüne Farbe nicht verändern. Behandelt man etwas tiefer genommene Querschnitte mit schwacher Säure und Jod, so tritt in dem grünen Korne zuerst ein äusserst kleines blaues Pünktchen hervor. Das Mehlkörnchen zeigt sich alsdann so gelagert wie das Samenkorn im Flügel eines Kiefern-Samens. Mit zunehmender Vergrösserung des Mehlkornes erscheint die grüne Substanz immer noch als ein, an einer Stelle dickerer Ueberzug desselben, und nur an den grössten Mehlkörnern ist der grünliche Randsaum durchaus verschwunden.

Wenden wir uns aber wieder zu den freien Saftzellen von *Solanum nigrum*. Die Euchrom-Bläschen ein und derselben Zelle erreichen sämmtlich genau dieselbe Grösse. Ehe sie sich aber noch als solche durch die grünen Punkte zu erkennen geben, wachsen ein oder mehrere derselben zu bedeutenderer Grösse heran. In diesen grösseren Bläschen, die sich sonst in nichts von den Euchrom-Bläschen unterscheiden lassen, bilden sich für's erste keine festen Ablagerungen. Aus dem Umstande, dass sich diese grösseren Bläschen später theilweise mit demselben rothen Saft füllen, den der innere Zellraum der Mutterzelle enthält (Fig. 5—8), lässt sich wohl mit Recht folgern: dass dies junge Fortpflanzungszellen sind, die entweder im Innern der Mutterzelle, neben der nun gleichwerthigen innern Ptychodezelle derselben heranwachsen und denselben Entwicklungsverlauf wie die Mutterzelle selbst durchmachen, in welchem Falle die äussere Ptychodehaut die Bedeutung des Zellenhalters erhält, oder die durch Auflösung der äusseren Ptychodehaut frei werden (einen Vorgang, den man durch einen Tropfen Ammoniakflüssigkeit künstlich bewirken kann) und sich selbständig weiter ausbilden.

Durch Behandlung mit Ammoniak färben sich die rothen sowohl wie die weissen Zellsäfte grün, erstere indem sie durch Blau, letztere indem sie durch Gelb in Grün übergehen. Der Ptychodesaft hingegen erleidet keine Farbenveränderung. Durch Behandlung mit Säuren gerinnt der rothe Zellsaft und schlägt sich theilweise körnig nieder, zu dendritisch verzweigten Figuren zusammentretend.

2) Kreisrunde klarhäutige Zellen von  $\frac{1}{300}$  —  $\frac{1}{100}$  Par. Lin. im Durchmesser, ohne gefärbte Säfte, die sich allein durch eine überwiegende Entwicklung der Euchrom-Bläschen bis zur Ausfüllung des ganzen Raumes, wahrscheinlich unter Compression des inneren Ptychodeschlauches, von den erstgenannten Zellen unterscheiden. Grösstentheils besteht hier die ganze Zellenbrut aus Euchrom-Zellen; nur hier und da geben sich unregelmässig beigemengte Zellen durch ihren rothen Saft als Fortpflanzungszellen zu erkennen, Fig. 14. Noch seltener sind solche mit Zellbrut erfüllte Zellen, in denen die Zahl der Fortpflanzungszellen überwiegend ist, wie Fig. 13 darstellt.

3) Mehr oder weniger unregelmässig rundliche, trübhäutige Zellen, von bestimmt blauer Färbung, mit einem, sehr selten mit zwei Kernkörperchen. Diese Zellen, bekannt unter dem Namen der Zellenkerne oder Cytoblasten, sind von den Euchrom-Zellen sowohl, wie von den Fortpflanzungszellen, bestimmt, und auf den ersten Blick durch das granulirte und dadurch trübe Ansehen der Haut, so wie durch einen kleinen, rundlichen Körper unterschieden, den man in seinem Innern, mehr oder weniger von der Wandung entfernt, mitunter derselben anliegend findet. Seine Grösse variirt zwischen  $\frac{1}{100}$  und  $\frac{1}{50}$  Par. Lin., Fig. 15. Mit Ammoniakflüssigkeit behandelt, treten aus seinem Innern 1—5 kleine Bläschen hervor, wie die Pollenschläuche aus dem Pollen, Fig. 16. Selten gewahrt man Andeutungen eines mehrzelligen Inhaltes. Diese Cytoblasten stammen sämmtlich aus dem Zellgewebe des Fruchtfleisches, und sind durch Resorption desselben in den Fruchtsaft übergegangen.

4) Chlorophyllkörner, über deren Ursprung in Euchrombläschen ich bereits gesprochen habe. Ihre Grösse schwankt zwischen  $\frac{1}{300}$  und  $\frac{1}{600}$  Par. Lin. Auch sie stammen aus den resorbirten Ptychodehäuten des Fruchtfleisches.

Wendet man jetzt die Untersuchung dem reifen Fruchtfleische zu, so wird man dasselbe aus Zellen, bis  $\frac{1}{8}$  Linie im Durchmesser messend, zusammengesetzt finden. Ein Druck zwischen Glasplatten genügt, um dieselben ohne Spur einer gemeinschaftlichen Zwischensubstanz von einander zu trennen. An der isolirten Zelle erkennt man die beiden, an den im Saft schwimmenden Zellen bereits beschriebenen, Ptychodehäute, Fig. 11 pi und pe, umgeben von einer sehr zarten Asthateschicht, Fig. 11 und 12 a, welche die äusserste Zellengrenze bildet. Zwischen Asthate und Ptychode zeigen sich weder Körner noch Säfte; beide liegen dicht an einander, und nur durch äussere Gewalt, oder durch widernatürliche Contraction der Ptychode, entsteht ein Raum zwischen beiden, wie ihn Fig. 11 und 12 zeigen. Der innere Zellraum führt, wie der der freien Zellen, weisse oder rothe Säfte, welche letztere aber häufiger in die blaue Farbe abändern. Der Ptychoderaum, d. h. der Raum zwischen innerer und äusserer Ptychode, enthält regelmässig einen, auch da, wo die Zellsäfte roth sind, blau gefärbter Cytoblasten, und eine grössere oder geringere Menge nesterweise oder linienförmig oder vereinzelt abgelagerter Euchrom-Zellen, besonders reichlich in der nächsten Umgebung des Cytoblasten.

Dies ist die einfachste Bildung der Zellen des geschlossenen Zellgewebes. Die Abänderungen, welche man hier beobachtet, lassen sich auf drei Hauptformen zurückführen; Erstens: Abschnürungen der inneren Ptychodehaut, durch Erweiterung des Ptychoderaumes in's Innere des Zellraumes, wodurch nicht selten der Cytoblast in's Innere der Zelle gerückt wird, wovon ich weiter unten mehr sagen werde, Fig. 11. Zweitens: Entwicklung der, im Saft frei schwimmend gefundenen, Eingangs beschriebenen, klarhäutigen Fortpflanzungszellen, neben den Chlorophyllkörnern im Ptychoderaume, zu mehr oder weniger zellreichem, den innern Zellraum, unter Compression der inneren Ptychode, erfüllenden Zellgewebe (Fig. 12) und drittens: Aussackungen der äusseren, Fig. 12 b, sowie Einsackungen der inneren Ptychode, Fig. 12 c, bis zu erfolgter Abschnürung und dadurch entstehender Brutbeutel.

Die Zelle des geschlossenen Fruchtfleisches unterscheidet sich daher von den freien Saftzellen nur durch die einhüllende Asthateschicht, durch das allgemeine Vorkommen des blauen Cytoblasten und durch bedeutendere Grösse. Die Fortpflanzungs- und Euchrom-Zellen entwickeln sich in ihrem Ptychoderaume genau auf dieselbe Weise, wie im Ptychoderaume der freien Zelle die Zellbrut sich entwickelt.

Vor der Reife ist das Zellgewebe der Frucht vom gewöhnlichen Parenchym in Nichts verschieden und vollkommen geschlossen. Die Veränderungen, welche die Reife mit sich bringt, beginnen mit Erzeugung einer grossen Menge von Fortpflanzungszellen im Ptychoderaume vieler Zellen, während andere Zellen daran nicht Theil nehmen, deren Zellsaft dann eine rothe oder blaue Farbe erhält. Doch schliesst Eins das Andere nicht unbedingt aus. Die Ptychode derjenigen Zellen, welche Zellbrut erzeugen, schnürt sich dann in eine grössere oder geringere Zahl einzelner Complexe ab. Dies kann man auch recht klar im Fruchtfleische von *Vitis vinifera*, *Solanum lycopersicum*, *Haemanthus puniceus*, *Ribes grossularia*, *Viburnum opulus* etc., erkennen. Weiterhin verflüssigen sich die, die Zellen des Fruchtfleisches einhüllenden Asthateschichtungen; die Ptychodezellen werden dadurch ihres Zusammenhanges beraubt, und liegen nun, durch Aufhören des gegenseitigen Druckes wieder kugelförmig geworden, frei in dem Fruchtschleime. Endlich wird auch die äussere Ptychodehaut aufgelöst und dadurch die Zellbrut frei. Sie trennt sich von der inneren Ptychodehaut, welche letztere durch erneuerte Spaltung ihrer selbst, und durch Brutbildung im entstandenen Ptychoderaume, denselben Entwicklungsverlauf als freie Zelle durchmacht, wie die Zellbrut selbst. Die grösseren klarhäutigen Zellen ohne hellen Saum, Fig. 1, sind nichts Anderes, als frei gewordene innere Ptychodehäute vor erneueter Spaltung.

Bei vielen Früchten werden endlich auch die inneren Ptychodehäute und die Zellbrut aufgelöst, das ganze Zellgewebe in eine zähe Schleimmasse verwandelt. Dahin gehören die Beeren von *Taraxacum*, von *Cornus mascula*, *alba* und *sanguinea*, von *Viscum* etc.

Solche und ähnliche Vorgänge, im geschlossenen Zellgewebe beobachtet, veranlassen das, was Mohl die Auflösung des Primordialschlauches nennt. In den Fällen, wo die Auflösung mit Bildung von Fortpflanzungsbrut verbunden ist, hat die Zelle offenbar die Bedeutung der einfachen Pflanzenzelle

verloren; sie ist dadurch zum Receptaculum geworden, worüber ich weiter unten mehr sagen werde. Wo keine Fortpflanzungsbrut sich erzeugt, da ist es stets nur die innere, zu Schleimfäden ausgezogene Ptychode, welche im höheren Alter, wie die Schleimfäden selbst und deren Inhalt, resorbirt wird; die äussere Ptychodehaut vertritt alsdann, als innerster Ueberzug des Zellraumes, ihre Stelle. Wie es sich mit denjenigen Zellen verhalte, in welchen weder Euchrom-, noch Fortpflanzungszellen, noch Cytoblasten erzeugt werden, werde ich weiter unten zeigen.

Hat man sich durch Untersuchung des Fruchtsaftes und Fruchtfleisches eine klare Ansicht von der Entstehung der Zellen in den letzten Actionen des Lebens annueller Pflanzen verschafft; hat man sie in der rückschreitenden Metamorphose erkannt, so wende man sich zur Wiege des Pflanzenlebens, zur Flüssigkeit des Embryosackes und deren Gestaltung zu Zellen. Die Untersuchung ist hier unendlich viel schwieriger, besonders wegen Mangels aller Farben-Differenz der einzelnen Zelltheile und der grösseren Zartheit und Löslichkeit derselben.

Wir haben aber Pflanzen, die durch riesige Grösse der Eiweisszellen den Mangel der Farben-Differenz mehr als ersetzen; dass sind die Cucurbitaceen. Bei *Cucurbita*, *Cucumis*, *Sicyos* etc., ist der Embryosack bald nach seinem Entstehen ein kegelförmiger Körper, dessen Spitze dicht unter der Spitze des Nucleus liegt, Fig. 19. Das der Micropyle zugewendete spitze Ende, enthält ein sehr kleinzelliges Zellgewebe; nach dem entgegengesetzten Ende hin wird das Zellgewebe immer grosszelliger. Weiterhin entwickelt sich die mittlere der Zellen des abgestumpften Endes zu einem langen, hin und her gewundenen Schlauche. Darauf erweitert sich die Basis des Schlauches sackförmig, und zwar dadurch, dass die ihr anliegenden Wände der grossen Zellen des Conus resorbirt werden, der übrige Theil der Zellenwandungen verwächst und sich zur Sackhaut verflacht. Dies Entwicklungsstadium zeigt Fig. 19. Ehe die grossen Zellen des Conus mit dem Sacke verschmelzen, haben sie in ihrem Ptychoderaume eine reichliche Menge von Zellbrut entwickelt, eingesackt und theilweise abgeschnürt.

Diese Brutbeutel gehen, durch die Verschmelzung ihrer Mutterzellen mit der sackförmigen Erweiterung, in den Raum derselben über, und entwickeln sich, frei in der Flüssigkeit schwimmend, zu transitorischen Zellcomplexen, Fig. 20. In ihnen sieht man eine aussergewöhnlich grosse Zahl sogenannter Cytoblasten, wenige Fortpflanzungs-, aber viele Euchromzellen, welche Letztere sich als solche jedoch nur durch ihre Amylon-Abscheidung zu erkennen geben, und sich stellenweise zu geschlossenem Zellgewebe ordnen. Diese Zellen werden jedoch nicht grösser als  $\frac{1}{150}$  —  $\frac{1}{100}$  Linie im Durchmesser; sie wachsen nicht zu den grossen Eiweisszellen heran, welche man später zwischen den Samenlappen des ausgebildeteren Embryo findet. Der flüssige Inhalt des Sackes und des in ihn ausmündenden Schlauches, die in ihm liegenden Brutbeutel, haben ohne Zweifel dieselbe Bedeutung, wie die klare Flüssigkeit des Embryosackes der Leguminosen, in welcher ebenfalls solche transitorische Brutbeutel gefunden werden. Der Schlauch selbst, verhältnissmässig viel länger als ihn Fig. 19 darstellt, verrichtet ohne Zweifel die Aufsaugung der zur Ernährung des Eiweisskörpers nöthigen Säfte, aus dem sich auflösenden Zellgewebe des Nucleus; er durchstreicht dasselbe in Schlangenwindungen, und man findet stets mehr oder weniger in der Auflösung begriffene Zellen seiner Aussenfläche adhären, wie Fig. 19 bei h dargestellt ist.

Die grossen Zellen, aus denen später der Eiweisskörper besteht, wachsen aus den durch Selbsttheilung sich mehrenden, nicht mit dem Saftbeutel verwachsenen Zellen des Conus heran.

Untersucht man den Eiweisskörper zu der Zeit, wo die Samenlappen des Embryo, unter Resorption der sie ursprünglich einschliessenden Oberhaut des Conus, 1 — 2 Linien an ihm hinaufgewachsen sind, so besteht sein Inhalt aus einem krystallklaren Zellgewebe, dessen ungeheure Zellengrösse den Gebrauch des Mikroskopes fast überflüssig macht. Mit blossem Auge sieht man nicht allein die einzelnen Zellen, deren Grösse bis über 1 Par. Lin. steigt, nicht allein die Cytoblasten im Innern der Zellen, von mehr als  $\frac{1}{10}$  Par. Lin. im Durchmesser, sondern sogar die Zellenkerne im Innern der Cytoblasten als kleine silberweise Pünktchen.

Fig. 22 und 23 stellen zwei Zellen des Eiweisskörpers von *Cucurbita Melopepo* in nur 25maliger Linear-Vergrösserung, Fig. 24 — 26 drei Cytoblasten daraus in nur 100maliger Linear-Vergrösserung, dar!!

Kein Object ist in dem Maasse geeignet, den Bau des Cytoblasten zu studiren, wie dieses. Man sieht im Wesentlichen Folgendes:

Die Eiweisszellen bestehen aus einer doppelten Ptychodehaut, Fig. 22, 23 pe und pi, eingeschlossen in eine sehr dünne Asthate a. Der Raum zwischen den beiden Ptychodehäuten führt den milchsaftähnlichen Ptychodesaft, in welchem ich aber keine Bewegung, wie in den Haaren derselben Pflanze, zu entdecken vermag. Im Ptychoderaume liegen 1—2 Cytoblasten, cc, meist vereinzelt, mitunter zu zweien dicht nebeneinander. Wo sie liegen, ist die innere Ptychode beutelförmig ins Innere der Zelle hinein erweitert. Der vom Cytoblasten nicht ausgefüllte Raum der Einstülpung enthält dann eine mehr oder weniger zahlreiche Zellbrut, bestehend aus Zellchen verschiedener Grösse, vom einfachsten Baue. Sie sind, wie der Cytoblast selbst, vom Ptychodesafte umspült. Die Entwicklung der Zellbeutel ist aber nicht an den Cytoblasten gebunden; sie findet sehr häufig auch entfernt von demselben, an ganz entgegengesetzten Seiten der Zelle, immer aber im Ptychoderaume Statt, und bildet durch ihre Anhäufung ähnliche Einstülpungen wie der Cytoblast (bb).

In vielen Zellen geht die Einstülpung der inneren Ptychode bis zum Centrum des Zellraumes oder über dies hinaus. Der im Innern derselben liegende Cytoblast, wie die ihn umgebende Zellbrut, wird dadurch ins Innere des Zellraumes versetzt, Fig. 23 d. In diesen Fällen sieht man flächen- oder fadenförmige Einstülpungen, vom Cytoblastensacke nach verschiedenen Orten der Zellwandung strahlend sich verbreiten, die sogenannten Schleimfäden, an denen man den Cytoblast so häufig im Zellenlumen frei aufgehängt findet. Auch der Ptychodesaft zwischen Cytoblast und Zellwand trennt sich dann meist in einzelne Stränge. Diese Schleimfäden sind nichts Anderes, als Erweiterungen des Ptychoderaumes. Sie führen bei allen Pflanzen, wo ich sie beobachtete, denselben Inhalt wie der Ptychoderaum, denselben opaken Saft, Euchrom-Zellen als Chlorophyll- und Mehlkörner und Fortpflanzungszellen, wenn solche im einfachen Ptychoderaume vorhanden sind. Wo sie abgelagert sind, sieht man die Fäden blasig erweitert, Fig. 23 g g. Wo Strömungen im Ptychodesafte erkennbar sind, sieht man diese auch eben so in den sogenannten Schleimfäden. Die Veränderungen des Laufes der Saftströme, das plötzliche Abspringen derselben in eine andere Richtung, wie man es so häufig in Haarzellen und in den Zellen der Tradescantien etc. sieht, geschieht in flächenförmigen Einstülpungs-Erweiterungen, deren Wände bis auf den Saftstrom dicht aneinanderliegen, der daher zu jeder Zeit eine andere Richtung innerhalb der beiden Häute annehmen kann. Da, wie ich später zeigen werde, die Zellenmehrung durch Abschnürung mit den Einstülpungen der inneren Ptychode in innigstem Zusammenhange steht, so kann man, wenigstens in vielen Fällen, sagen, dass die Strömung im Intercellularraume der abgeschnürten Zellen vor sich gehe. Meyen's treffliche Darstellungen im 2. Bande seiner Physiologie, Tab. VIII, sind hierbei zu vergleichen.

Nur die Unmöglichkeit, nach den bisherigen Ansichten über Zellenentwicklung die Bildung häutiger Kanäle im Zellraume zu erklären, erklärt und entschuldigt ihrerseits die Meinung: dass zwei offenbar verschieden dichte Flüssigkeiten in ein und demselben Raume, dauernd so gesondert bleiben können, dass die eine in der anderen Strömungen nach den verschiedensten Richtungen bildet, eine Annahme, die mit den einfachsten Grundgesetzen der Physik im Widerspruche steht.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung des Cytoblasten selbst. Bei der ungeheuren Grösse, in der er hier auftritt, wird man auf's Bestimmteste erkennen, dass er nichts Anderes, als eine Ptychodezelle mit doppelter Ptychodehaut ist. Der Ptychoderaum des Cytoblasten zeigt denselben Saft und dieselbe Zellbrut, wie der der Zelle, Fig. 24. Die Zellbrut des Cytoblasten häuft sich mitunter so an, dass die innere Ptychode fast ganz zusammengepresst wird, Fig. 26. In den meisten Fällen behält jedoch die innere Ptychode des Cytoblasten ihre sphärische Gestalt. Sie erleidet dieselben Einstülpungen wie die Zelle. Dadurch bildet sich das sogenannte Kernkörperchen. Sein ganzer Raum scheint, wie der Ptychoderaum des Cytoblasten, mit Ptychodesaft und Zellbrut erfüllt zu sein, wenigstens vermag ich einen Cytoblast des Cytoblasten weder im Ptychoderaume desselben, noch im Kernkörperchen zu erkennen, was bei einer Grösse des Letzteren von  $\frac{1}{50}$  Par. Lin. und bei einer Grösse seiner Zellbrut von  $\frac{1}{200}$  Par. Lin. doch noch möglich sein müsste.

Wie der Cytoblast an Schleimfäden im Zellraume aufgehängt erscheint, so sieht man auch

sogenannte Schleimfäden vom Kernkörperchen strahlig zu den Wänden des Cytoblasten hinlaufen. Wo mehr als ein Kernkörperchen im Zellraume des Cytoblasten vorkommt, was bei *Cucurbita Pepo*, *Melopepo* und *lagenaria* Regel ist, da ist es immer Zellbrut, welche eine blasige Erweiterung der Schleimfäden veranlasst hat, Fig. 25, durchaus dieselbe Erscheinung, welche sich auch an den Schleimfäden zwischen Cytoblast und Zellwand zeigt, Fig. 23, g g.

Dass der Cytoblast eine vollkommen entwickelte, nicht die jugendliche Zelle sei, geht überzeugend daraus hervor, dass er, wie die fertigen Zellen geschlossenen Zellgewebes, einer Mehrung durch Selbsttheilung der inneren Ptychodehaut fähig ist. Wie dort, beruht auch hier die Selbsttheilung auf einer Einsackung der inneren Ptychode; wie dort der Cytoblast und die ihn umgebende Zellbrut, wird hier die Zellbrut der analogen Kernkörperchen in die Einstülpung hineingezogen, und findet sich dann zwischen den neuen Scheidewänden der neuen Zellen. Dadurch entstehen die bei Cucurbitaceen gar nicht seltenen Zwillinge-Cytoblasten, wie Fig. 24 einen solchen darstellt.

Es ist wohl kaum zu bezweifeln, dass die Zellbrut des Cytoblasten und der Kernkörperchen eben so wie die des Ptychoderaumes, unter Resorption der äusseren Ptychodehaut frei und fortbildungsfähig werden können; allein eben so gewiss ist es, dass die Zellbrut nicht ausschliesslich daher stammt, da sie sich in gleicher Weise, wie im Innern des Cytoblasten, auch an anderen Stellen des Ptychoderaumes der Zelle bildet, wo keine Cytoblasten vorhanden sind. Ich glaube sogar, dass in der Regel der Cytoblast keine Fortpflanzungszellen erzeugt, seine Function vielmehr die Verarbeitung und Umwandlung des Zellsaftes in Ptychodesaft sei. Dafür spricht das gehäufte, mitunter ausschliessliche Vorkommen dieser Zellenart in transitorischen, nicht zur Bildung geschlossener Zellgewebs-Massen vorschreitenden Brutbeuteln, deren Function kaum eine andere sein kann, als Verarbeitung der umgebenden Säfte. Dafür scheint namentlich auch das Zellgewebe von *Solanum nigrum* und *Atropa Belladonna* zu sprechen, in welchem die Zellsäfte roth, der Ptychodesaft trüb-weiss und der in letzterem liegende Zellkern blau gefärbt ist, welche Färbung von einer klaren Flüssigkeit herrührt. Da die rothen Zellsäfte durch Ammoniak die blaue Farbe des Cytoblasten erhalten, so könnte man daraus schliessen, dass derselbe dem Zellenraume die Säfte mit Zurücklassung der Säuren entziehe, sie weiter verarbeite, und als Euchromsaft den Euchromzellen übergebe, in Folge dessen die im Zellraume sich häufenden, überschüssigen Säuren mit den im Zellsafte befindlichen Basen zu Salzen in Krystallformen zusammentreten, die stets nur im inneren Zellraume sich bilden. Beachtenswerth scheint mir dabei, dass die Farbenänderung durch Ammoniak aus Roth in Blau und aus Blau in Grün, mit der Farbendifferenz der Zellsäfte, der Cytoblastensäfte und der Ablagerung in den Euchromzellen von *Solanum nigrum* übereinstimmt.

Ich würde sagen: der Cytoblast verarbeite die Zellsäfte zu Ptychodesäften und die Euchromzellen nähmen das Euchrom aus dem Ptychodesafte auf, wie es in Bezug auf die Amylon-Substanz wahrscheinlich ist, wenn nicht ohne Zweifel der Ptychodesaft früher da wäre, als jede Spur von Zellenbildung in demselben. Die Ortsveränderung der Euchromzellen durch Saftströmung im Ptychoderaume, so wie die grössere Menge derselben in der nächsten Umgebung der Cytoblasten, steht vielleicht mit der Euchrom-Aufnahme aus dem Cytoblasten-Safte in Beziehung.

Auch das Eintreten des Cytoblasten in den inneren Zellraum, umgeben von dem abgeschnürten Ptychodebeutel, spricht für obige Ansicht, da er dadurch in allseitige Berührung mit dem Zellsafte tritt. Die, von dem ihn einhüllenden, abgeschnürten Ptychodebeutel, strahlig und fadenförmig nach den Zellwandungen verlaufenden Aussackungen, mögen durch die vom Cytoblasten verarbeiteten Säfte herausgetrieben werden, ungefähr so, wie eine durch eine dünne Platte von Kautschuk getriebene Stricknadel die Kautschukmasse als einen dünnen Ueberzug mit sich fortnimmt. Auch die Vereinigung des vom Ptychodebeutel des Cytoblasten ausgetriebenen Kanals mit dem Ptychoderaume der entgegengesetzten Zellwand, mag der Vergleich mit der Kautschukplatte einstweilen nothdürftig erklären.

Ferner darf man nicht unbeachtet lassen, dass der Cytoblast, so weit meine Beobachtungen reichen, immer erst in einem gewissen Alter der Zelle ins Innere derselben eintritt. Im jüngsten Zellgewebe der Markspitze, z. B. von *Cucurbita*, habe ich ihn regelmässig nur den Wänden angelagert gefunden; tiefer hinab liegt er im Innern der Zelle.



Wenn es wohl mehr als wahrscheinlich ist, dass der Cytoblast Organ der Verarbeitung der Zellsäfte sei, würden wir in seiner Function zugleich auch die Ursache der ab- und zuströmenden Bewegung des Ptychodesaftes finden. Der Cytoblast wäre alsdann als der Magen der Zelle zu betrachten, er hätte seine Bedeutung als Cytoblast verloren, und der frühere Name desselben: Zellkern (*nucleus of the cell*), müsste wieder in seine Rechte eingesetzt werden. Der Cytoblast ist aber kein Kern, weder seiner ursprünglichen und gewöhnlichen Lage, noch seiner Bildung nach, sondern eine vollständig entwickelte Zelle, und mit dem Namen Nucleus bezeichnen wir schon lange einen Theil des Pflanzeneies. Ich glaube daher, dass er einen seiner Bedeutung entsprechenden Namen erhalten müsse, und werde ihn im Verfolg die Metacard-Zelle nennen.

Noch ein anderes Problem dürfte vielleicht in den vorgelegten Beobachtungen seine Lösung finden. An grösseren Stärkemehlkörnern findet man einen, von aussen nach dem Centrum des Kornes verlaufenden, blinden Gang, scheinbar äusserlich in einer Narbe endend. Ich habe gezeigt, dass das Stärkemehl im Ptychoderaume der Euchrom-Bläschen sich bilde. Nimmt man nun an, dass die Grundlage der Amylon-Körner nicht frei im Ptychoderaume der Euchrom-Zellen sich aus dem Euchrom abscheide, sondern dass dies im Ptychoderaume besonderer, im Ptychoderaume der Euchrom-Zellen sich bildender Amylon-Zellen geschehe, und dass demnach die Amylon-Bildung ein der schichtenweisen Ablagerung der Asthate analoger Vorgang sei, so würde der Gang die zusammenge-drückte innere Ptychodehaut der Amylon-Zelle sein.

Dass diese Andeutung etwas mehr als blosser Fiction sei, dürfte der Entwicklungs-Verlauf des Stärkemehls in den Früchten von *Solanum tuberosum* zeigen. In den durch grosse Intercellular-Räume fast sternförmigen Zellen des inneren Fruchtfleisches, Fig. 36, zeigen sich, so lange die Früchte noch klein und hart sind, im Ptychoderaume jeder Zelle 1—2 Metacard-Zellen, ungefärbte Epigon-Zellen und eine grosse Menge grüner Euchrom-Zellen, deren Entwicklungsverlauf genau derselbe ist, wie Fig. 17 a—e und Fig. 18 a b zeigt. In den grünen Euchrom-Zellen, Fig. 36 b, bemerkt man bei vorschreitendem Wachsthum der Früchte zuerst einen, selten zwei rundliche ungefärbte Körper hervortreten, Fig. 36 c, d, die ihre Form und Grösse allmählich verändern, wie Fig. 36 e—k zeigt, so dass die ausgewachsenen Mehlkörner k, bis  $\frac{1}{20}$  Linie lang werden. Es ist nicht zu verkennen, dass das Mehlkorn im Inneren der Euchrom-Zelle entsteht und sich darin ausbildet, so wie dass die Euchrom-Zelle selbst noch lange Zeit mit dem Mehlkorne fortwachse, bis sie endlich, wenn dasselbe seine volle Grösse erreicht hat, resorbirt wird, denn dann lässt sich eine so bestimmt ausgeprägte Haut, wie die der Euchrom-Zelle es ist, nicht mehr erkennen. Eine, seltener zwei Narben an einem unbestimmten Theile der Oberfläche des Mehlkornes, vorwiegend an einem der Enden einer Längsachse des Kornes, wie Fig. 36 k, theils unregelmässig faltig, theils spaltförmig, zeigt Fig. 36 i und k. Behandelt man solche Mehlkörner zwischen Glasplatten mit sehr verdünnter Schwefelsäure ohne Jod, so erfolgt die Expansion der Mehlschicht nicht gleichmässig im ganzen Umfange des Kornes, sondern dies platzt an irgend einer Stelle, und die expandirten Mehlschichten quellen aus der entstandenen mitunter nur kleinen Oeffnung hervor, Fig. 36 b, ganz als wenn eine äussere, anatomisch als solche allerdings nicht nachweisbare Haut das Korn umschlösse. Die Haut der Euchrom-Zelle ist es gewiss nicht welche die Mehlschichten in der Expansion zurückhält, denn in einzelnen Fällen wo sich dieselbe auch im Umfange ausgewachsener Körner noch vorfindet, kann man sie durch Anwendung von Jod sehr bestimmt von der festeren Aussenfläche des Mehlkornes unterscheiden. Wenn man während der Säurewirkung die Veränderungen beobachtet welche das Mehlkorn erleidet, so wird man häufig das Hervortreten eines inneren scheinbar leeren Raumes beobachten, um welchen die noch nicht angegriffenen Mehlschichten concentrisch gelagert sind. Dieser innere Raum mündet alsdann in die hervorgequollenen, expandirten Mehlschichten, wie Fig. 36 b es zeigt. Das ganze Bild hat so viel Aehnlichkeit mit dem welches man zu Gesicht bekommt, wenn man isolirte Zellen mit dicker Asthate gleicher Behandlung unterwirft, dass die Annahme nahe liegt, es seien die Mehlschichten des Amylonkornes nicht allein in ihrer elementaren Zusammensetzung der Asthate gleich, wie durch Herrn Professor Otto für die Asthate des Eichenholzes nachgewiesen wurde, sondern es bilde sich die Mehlschicht auch unter gleichen Verhältnissen in einem Ptychoderaume zwischen den beiden Ptychodehäuten einer besonderen Amylonzelle; wobei jedoch nicht ausser Acht gelassen werden darf, dass hier die äusser-

ster Mehlschichten nothwendig die jüngsten sein müssen, eine Abweichung, die sehr wahrscheinlich in dem Umstande begründet ist, dass die Amylon-Zelle ihren Mehlbildungsstoff nicht, wie die Asthate-Zelle aus einem inneren Zellsafte, sondern aus dem Ptychodesafte der Mutterzelle bezieht.

Wenig Pflanzen haben eine so grosse Wichtigkeit in Bezug auf die Befruchtungsfrage, Wenige lassen den Vorgang der Keimbildung so klar und leicht erkennen, wie die Cucurbitaceen, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil die erste Spur des Embryo zu einer Zeit auftritt, in welcher der Same und der Keimsack bereits zu bedeutender Grösse ausgebildet sind. In Kürbisfrüchten, die ungefähr  $\frac{1}{2}$  ihrer vollen Grösse erreicht haben, ist der Same gewöhnlich schon  $\frac{1}{2}$  Zoll und darüber lang. Zwei Längenschnitte, durch welche die Seitenränder, ein Querschnitt, durch den die der Micropyle entgegengesetzte Hälfte des Samenkorns hinweggenommen wird, theilen den Samen in zwei Lappen, die am Micropyl-Ende zusammenhängen. Reisst man diese beiden Lappen auseinander, so wird dadurch der Embryosack jedesmal ohne Verletzung blosgelegt; er bleibt an der inneren Seite einer der beiden getrennten Lappen, dicht unter der Micropyle liegen, kann mit der Pincette abgestossen und unverletzt beobachtet werden. In einer Stunde kann man auf diese Weise mehr als hundert Embryosäcke isoliren. Da wird man dann sich leicht überzeugen, dass die der Micropyle zugewendete Spitze des Embryosackes, mit einem durchaus gleichförmigen, kleinzelligen Zellgewebe ausgefüllt ist, und keine Spur eines Embryo enthält. Haben die Früchte etwas über  $\frac{3}{4}$  ihrer vollen Grösse erreicht, so sieht man den Embryo als einen rundlichen, zelligen Körper im Innern der Spitze des Embryosackes, wie dies Taf. I, Fig. 19 und 21 d, zeigt. Nimmt man jetzt den Pressschieber zur Hand, so wird man auf's Bestimmteste erkennen, dass der Embryo innerhalb der Einstülpung einer zweiten inneren Oberhaut des Embryosackes liegt. Die eingestülpte Oberhaut ist eine innere Ptychodehaut, und über die Einstülpung zieht sich noch eine äusserste, dickere, vollkommen geschlossene Oberhaut, wie dies Fig. 21 zeigt, wo b die äussere, c die innere Oberhaut des Embryosackes, wie sie sich durch den Druck zwischen Glasplatten vom Embryosacke losreisst, d den in der Einstülpung der inneren Oberhaut liegenden Embryo, f die Ueberreste eines Metacard zeigt, der zwischen dem Embryo und der eingestülpten inneren Oberhaut lagert, und dessen verhältnissmässig bedeutende Grösse darauf hinzuweisen scheint, dass es der primitive Metacard der Einstülpung sei. An der Ausmündung der Einstülpung in den Ptychoderaum liegen einige dickhäutige Zellen g, die ich für dasselbe halte, was ich bei der Darstellung des Entwicklungsverlaufes der Coniferen-Eier, Zellennester genannt habe, und im Verfolg Vorkeime nennen werde.

Aus den hier gesammelten Erfahrungen glaube ich schliessen zu müssen, dass der Embryo eben so entstehe und sich eben so isolire wie die Brutbeutel in und ausser den Ptychoderäumen gewöhnlicher Zellen entstehen und sich isoliren; dass überhaupt die Brutbeutel als Zellcomplexe angesehen werden können, denen zur Fortbildung als Embryonen nichts fehlt, als die Befruchtung.

Dazu kommt noch die beachtenswerthe Thatsache, dass ich, allerdings unter vielen hundert Fällen nur ein Mal, und zwar bei *Sicyos angulata*, den Embryo nicht in einer Einstülpung der inneren, sondern in einer Aussackung der äusseren Oberhaut, bis zur Spaltung der Samenlappen entwickelt fand, wie dies Taf. I. Fig. 19 b darstellt, Fälle, die gewiss sehr für die vorgetragene Ansicht sprechen, aber immer abnorm sind.

Nie habe ich etwas einem Pollenschlauche nur im entferntesten Aehnliches mit dem Embryo in Verbindung gesehen. Einen langen, schlauchförmigen Körper mit Amylonkörnchen sieht man in der schlauchförmig verlängerten Oberhaut des Nucleus. Ich glaube, denselben bis zur Oberfläche des Eisackes verfolgt, und sein Anschliessen an dieselbe beobachtet zu haben. Die Einstülpung rührt aber ganz sicher nicht von seinem Eindringen in das Zellgewebe des Conus her, denn die äussere Oberhaut nimmt an dieser Einstülpung durchaus keinen Antheil.

Im Verlauf der weiteren Ausbildung des Embryo, wenn derselbe die Samenlappen gebildet und eine gewisse Grösse erreicht hat, wird die äussere Oberhaut des Embryosackes resorbirt. In Folge dessen wird der Embryo frei; die Einschliessung der inneren Oberhaut des Embryosackes gleicht sich aus, und letzterer liegt nun mit seiner Spitze zwischen den Samenlappen des frei gewordenen Embryo, die immer weiter äusserlich an ihm hinaufwachsen, bis sie ihn von zwei Seiten

gänzlich einschliessen; seine Spitze bleibt aber, bis zu gänzlich erfolgter Resorbtion des zelligen Inhaltes, der Gemmula des Embryo lose anliegend.

Wer meine Mittheilungen bis hierher mit dem Mikroskope verfolgt hat, wird einen Angriff auf das Hauptquartier der herrschenden Ansichten nicht zu gewagt finden. Das ist aber die Flüssigkeit des Embryosackes der Leguminosen und anderer Pflanzen, denen ein sogenannt flüssiges Eiweiss eigenthümlich ist. Die wichtigsten Resultate meiner Untersuchungen sind in der Kürze folgende. Unmittelbar nach erfolgter Befruchtung entwickelt sich im Innern des Nucleus eine Zelle vorwiegend und unter Resorbtion des einschliessenden Zellgewebes. Noch ehe diese Zelle aus dem Nucleus hervortritt, bilden sich in ihrem Inneren, durch Theilung der inneren Ptychode, neue Zellen, deren Scheidewände später resorbtirt werden. Ausserdem erkennt man im Inneren jeder Theilzelle Brutbeutel mit reichlicher Zellbrut, unter deren Zellarten die der Metacard-Zellen, wie im Saftsack der Cucurbitaceen, überwiegend ist. Diese Zelle entwickelt sich zum Fruchtsäckchen und wächst unter Resorbtion auch der inneren Eihaut bis nahe an das Exostomium hinauf. Ausgewachsen besteht die Haut des Fruchtsäckchens aus einer ungemein dicken, äusseren Asthatehaut und aus einer inneren Ptychode. Wie bei den Cucurbitaceen ist die der Micropyle nahe liegende Spitze des Embryosackes mit Zellgewebe erfüllt, aus welchem sich im Verfolg durch Theilung und Wachsthum der Zellen der eigentliche in die Flüssigkeit des Embryosackes immer tiefer, bis zu gänzlichem Verdrängen und Ausfüllung des Raumes hineinwachsende Eiweisskörper bildet. Die Flüssigkeit des Embryosackes ist ursprünglich durchaus klar. Aber schon während der ersten Perioden ihrer Entwicklung bildet sich im Ptychoderaume des Sackes reichliche Zellbrut, vorzugsweise aus Metacardzellen bestehend. Diese Metacardbrut häuft sich örtlich an, bildet Einsackungen der inneren Ptychode, die sich in grösseren oder kleineren Complexen abschnüren und dadurch in den inneren Zellraum und in den Eisaft übergehen, Fig. 20, 29 — 32. Die kleineren dieser Brutbeutel enthalten häufig nur Metacardzellen, oft von ungewöhnlicher Grösse. In den grösseren Complexen hingegen ist stets auch eine grössere Zahl einfacher Fortpflanzungszellen vorhanden, Fig. 20 und 32. Dass diese Fortpflanzungszellen nicht aus den Metacardzellen entstehen, beweist ganz einfach der Umstand, dass die kleinsten derselben viel kleiner sind, als die kleinsten Cytoblasten. Wer die Entwicklung der Zellbrut im Fruchtsaite kennt, wird sich sehr bald überzeugen, dass hier ein ganz gleicher Verlauf Statt findet. Auch die Euchromzellen fehlen nicht, doch sind sie ungefärbt und erhalten erst im Lichte des Mikroskop-Spiegels die grüne Farbe \*). Die äusserste Begrenzung des sogenannten Schleimballens, in welchem die Zellbrut gebettet, ist entweder die äusserste Ptychode einer isolirten Fortpflanzungszelle, und in diesem Falle schärfer und regelmässiger kreisförmig, Fig. 29, 30, 32, oder sie ist ein abgeschnürter Ptychodebeutel des Fruchtsäckchens; nie ist sie das Erzeugniss ihres Inhaltes.

Die im Zellsaite des Fruchtsäckchens frei schwimmenden Brutbeutel entwickeln sich nie zu bleibendem Zellgewebe, etwa durch Aneinanderfügung. Es sind dies transitorische Gebilde, die in dem einfachen und isolirten Zustande bis zu ihrer Wiederauflösung verharren. Sie mögen zur Verarbeitung der Säfte des Fruchtsäckchens dienen, daher auch die überwiegende Menge der Metacardzellen.

Der geschlossene Eiweisskörper erzeugt sich nie im Saite des Eisäckchens, sondern erwächst, wie bei den Cucurbitaceen, aus dem Zellgewebe des Conus in der Spitze desselben die ich Fig. 27 aus *Lupinus pilosus* abgebildet habe. Der Saft des Eisäckchens muss auch hier erst von dem Zellgewebe des Conus aufgenommen und zu Ptychodesaft umgewandelt werden. Die freien Brutbeutel im Saite des Eisäckchens haben, so scheint es mir, dieselbe Bedeutung, wie die in's Innere anderer Zellen tretenden an Intracellulargänge aufgehängte Brutbeutel. Im Eiweisskörper vermehren auch hier die

\*) Bei diesem und ähnlichen Experimenten, wo man Zellen in lebendem Pflanzensaite beobachtet, muss man den Saft mit einer Glastafel, auf Unterlagen von kleinen Stückchen Oberhaut, bedecken. Die Ränder des zwischen den beiden Glastafeln befindlichen Tropfens überziehen sich sehr bald mit einer Haut, durch welche der Luftzutritt zum Saite gänzlich abgeschlossen wird. Auf diese Weise abgeschlossener Saft erhält die zartesten Gebilde unverändert, die sonst bei freier Einwirkung der atmosphärischen Luft in wenigen Minuten sich zersetzen. Dies gilt auch für die Fruchtsäfte.

Zellen sich nur durch Theilung. Der Eiweisskörper zeigt grösstentheils grosse Zellen, mit an Intracellulargängen aufgehängten Metacard-Beuteln. Nur die äussersten, der äusseren Ptychode zunächst liegenden Zellen mehrten sich durch Brutbildung. Der Unterschied ist sehr in die Augen fallend.

Ich kann nicht umhin, hier einige Worte über die merkwürdige, der der Coniferen ähnliche, Entwicklung des Embryo der Leguminosen beiläufig einzuschalten.

Bei *Lupinus pilosus* entstehen in der Spitze des Eissäckchens, Fig. 27, sobald der Eiweisskörper desselben abwärts auf  $\frac{1}{2}$  —  $\frac{3}{4}$  Linien Länge sich ausgebildet hat, eine Menge Einstülpung der inneren Oberhaut in das Zellgewebe des Eiweisskörpers. Die Zellbrut dieser Einstülpungen enthält Metacard-, Epigon- und Euchrom-Zellen im Ptychodesafte. Die Euchrom-Zellen sind besonders reichlich vorhanden und zu bedeutender Grösse entwickelt. Ihr Euchrom ist Chlorophyll von höchst lebhaft grüner Farbe, durch welche, bei geringer Vergrösserung oder dem unbewaffneten Auge, der ganze Inhalt der Einstülpungen grün erscheint und dadurch gegen das ungefärbte Zellgewebe des Eiweisskörpers scharf absticht, wie dies Fig. 27 zeigt. Dasselbst habe ich den Entwicklungsverlauf dieser Vorkeime von der Spitze abwärts dargestellt. Die obersten, der Micropyle zunächst liegenden Vorkeimsäcke bilden Ausstülpungen der äusseren Oberhaut, alle tiefer liegenden hingegen unzweifelhaft Einstülpungen der inneren Oberhaut. Es sind dies, meiner Meinung nach, dieselben Organe, welche ich in meiner Entwicklungsgeschichte des Embryo der Gattung *Pinus*, Zellennester nannte, dieselben, welche ich bei den Cucurbitaceen beschrieben und Fig. 20 g abgebildet habe, Vorläufer des Embryo, der sich aus einer ihrer Zellen, gewöhnlich aus der mehr oder weniger vorgeschobenen Endzelle, die bei *Pinus* zu langen Schläuchen auswächst, entwickelt. Wo mehrere Zellen eines oder mehrerer Vorläufer zur Embryonen-Entwicklung kommen, da haben wir die wahre Polyembryonie, wie bei den Nadelhölzern.

Fig. 27 zeigt eine einzelne Zelle aus der Einstülpung, in welcher die Vorkeime liegen.

Erst sehr spät, wenn die Bohne ungefähr  $\frac{1}{4}$  Zoll im Durchmesser gross geworden ist, also nahe die Hälfte ihrer vollen Grösse erreicht hat, entwickeln sich 1 — 3 dieser Prodrömen zu einem bis  $\frac{3}{4}$  Linien langen,  $\frac{1}{4}$  Linie dicken Schlauche, dessen äusserst zarte Hülle erfüllt ist mit 15 — 30  $\frac{1}{4}$  Linien breiten, dicht aufeinandergepressten grünen Vorkeimzellen, Fig. 27 b c, erfüllt mit Cytoblasten, Fortpflanzungs- und Euchrom-Zellen, so dass dem unbewaffneten Auge derselbe als ein dunkelgrüner, wurmförmiger Körper erscheint. Erst jetzt entwickelt sich, regelmässig nur an einem dieser wurmförmigen Körper, die äusserste der Micropyle abgewendete Zelle zum Embryo, Fig. 27 c, und zwar durch Erweiterung ihrer selbst, so dass beide von einer Haut umschlossen sind; das erkennt man durch gelinden Druck zwischen Glasplatten, der den Ptychodesaft der einen Zelle in die andere überströmen macht. Der Embryo selbst ist aber bei seinem ersten Auftreten nicht mehr grün, enthält keine Euchromzellen sondern sehr kleine Fortpflanzungszellen, in denen man einen mittleren Kern erkennt. Wir haben hier also keine Polyembryonie, wohl aber eine Polyprodromie, die bei den Cucurbitaceen nicht vorkommt, wo ich stets nur einen Vorkeim, Fig. 20 g, entdecken konnte. Selbst bei *Phaseolus multiflorus* habe ich nur einen Vorkeim finden können.

Was hier durch Farbdifferenz so deutlich hervortritt, entschwindet schon bei dem nahe verwandten *Lupinus variabilis* der Beobachtung. Dort entwickelt sich der Embryo auch an einem anderen Orte, viel weiter von der Micropyle entfernt. Bei *Phaseolus* erkennt man einen ähnlichen, jedoch kürzeren und ungefärbten Vorkeim, der hier ungemein viel Aehnlichkeit mit den Zellennestern hat, aus welcher die Embryo-Schläuche der Gattung *Pinus* hervorwachsen (Lehrb. der Pflanzenk., Taf. 25 Fig. 26 a). Ich glaube daher, dass beides gleichbedeutende Organe sind. Die ganz unzweifelhafte Entstehung des Embryo aus ihnen dürfte berechtigen, sie für mehr als Aufhängefäden anzusprechen.

Ueberhaupt muss ich hier bemerken, dass alle meine vielfältigen neueren, das Befruchtungsgeschäft betreffenden Untersuchungen, mir nur Bestätigungen der in meiner Befruchtungstheorie ausgesprochenen Ansichten geliefert haben: dass der, in vielen Fällen aber nicht überall, bis zum Embryosacke vordringende Pollenschlauch nur durch Uebertragung seiner flüssigen, nicht durch Uebertragung der festen Substanzen in's Innere des Embryosackes die Befruchtung vermittele; dass er selbst oder Zellen, die in ihm sich bilden, nicht zum Embryo werde, sondern dass die embryonische Zelle ein Product des Embryosackes sei, hervorgerufen durch die auf mannichfaltige Weise ihm zugeführten befruchtenden Stoffe des Pollen.

Es ist merkwürdig, dass die, diesem entgegengesetzte Ansicht, so allgemeine Aufnahme und rasche Verbreitung gefunden hat, dass man sich nicht die Frage stellte: ob das Auftreten des Embryo im Fruchtsäckchen die einzige Folge der Befruchtung sei? Wendet man sich mit der Beobachtung an solche Pflanzen, deren unbefruchtete Ovula nicht sogleich nach dem Fehlschlagen der Befruchtung im Wuchse zurückbleiben, wie dies bei den meisten der Fall ist, sondern die noch lange Zeit fortwachsen und eine bedeutende, ungefähr um die Hälfte hinter der der befruchtenden Ovula zurückbleibende Grösse erreichen, wie dies bei den Cucurbitaceen so ausgezeichnet der Fall ist, so würde man leicht erkannt haben, dass in den nicht befruchteten Eiern nicht allein kein Embryo, sondern auch kein Vorkeim und kein Embryosack sich bilde. Die Entwicklung des Embryosackes und der Prodromen ist also selbst eine Folge der Befruchtung; ich möchte sagen: die Entwicklung des Embryosackes, der Prodromen, des Embryo selbst, sei die Lostrennung des Keimes vom Muttergebilde in erster, zweiter und letzter Instanz; dass bei den Nadelhölzern noch eine dritte Instanz vor der letzten, in der Entwicklung der Embryoträger zwischen Prodromen und Embryo selbst hervortrete; dass, wie bei den meisten Pflanzen die Zwischenstufe der Embryoträger ausfalle, so bei anderen auch die Prodromenbildung wegfallen könne; dass endlich, wenn wir bei der Gattung *Pinus* den Embryo erst 58 Wochen, bei *Abies*, *Larix*, *Taxus* 8—10 Wochen, bei *Cucurbita* 10—14 Wochen, bei *Lupinus* 2—6 Wochen, bei den meisten Pflanzen aber wenige Tage nach erfolgter Befruchtung entstehen sehen, das spätere Auftreten in der grösseren Zahl und der längeren Zeitdauer der Instanzen begründet sei.

Wenn nun, wie wohl nicht bestritten werden kann, die Wirkung der Befruchtung auf das Entstehen des Embryosackes und der Prodromen über die Pollenzelle hinausgeht, so wird man dasselbe, abgesehen von aller direkten Beobachtung der Entstehung des Keimes selbst, auch wohl für diesen voraussetzen dürfen. Es wird daher von Wichtigkeit sein, durch recht viele Beobachtungen festzustellen ob der Embryosack in allen Fällen erst nach erfolgter Bestäubung der Narbe sich entwickelt; was ich bis jetzt keineswegs als Behauptung hinstellen mag. Die Untersuchungen sind nicht schwierig aber umständlich und können nur an isolirten, getrennt-geschlechtigen weiblichen Pflanzen überzeugende Resultate liefern. Dass der Embryosack schon da ist wenn der Pollenschlauch sich bis zu ihm hinabgesenkt hat, ist keinem Zweifel unterworfen. Jede fernere Zwischenstufe, die der Prodromen und der Prodromen-Schläuche erfolgt ohne Zweifel erst nach vollzogener Bestäubung.

#### b) Vermehrung der Zellen.

Im Vorhergehenden habe ich gezeigt, auf welche Weise Zellen in dem Ptychodesafte der Mutterzellen und aus ihm entstehen. Man muss diesen Vorgang scharf unterscheiden von dem der Zellenvermehrung durch Theilung, bei welchem die neu hinzukommende Zelle stets ein Theil der vor ihrem Entstehen bereits vorhandenen Zellhaut einer Mutterzelle ist. Man muss daher Brutzellen und Theilzellen unterscheiden.

Ich habe gezeigt, dass die Brutzellen dreifach verschiedener Natur seien: Euchrom-, Metacard- und Epigon-Zellen. Nur die Entwicklung der Euchrom-Zellen ist eine über die meisten Pflanzen und Organformen verbreitete Erscheinung; sie wiederholt sich sogar in vielen Organen periodisch, wie z. B. in den Mark- und Rinde-Zellen der Holzpflanzen, in denen alljährlich eine Auflösung und Neubildung, wenigstens des Euchrom- und des Stärkemehls Statt findet, wie ich dies bereits in meiner Arbeit über die Vegetations-Perioden der Waldbäume nachgewiesen habe.

Weit beschränkter scheint die Entstehung der Metacard-Zellen. Recht bestimmt erkennt man sie nur im parenchymatischen Zellgewebe, so wie in den Lebenssaftgefässen, besonders da, wo die Thätigkeit desselben auf reichliche Abscheidung von Euchrom oder Amylon gerichtet ist. Dem älteren Prosenchym fehlt die Metacard-Zelle unbedingt; ob sie auch dem jüngeren Prosenchym fehle, ist bei der radialen Fortbildung dieser Zellenform sehr schwer zu ermitteln; ich habe in dieser Hinsicht mir noch keine bestimmte Ansicht verschaffen können. In solchen Fasern, deren Ptychode sich zu Zellen abgeschnürt hat und die ich Zellfasern nannte, tritt der Metacard mit der Amylonbildung sehr bestimmt hervor.

Am beschränktsten ist die Entwicklung der Epigon-Zellen. Ich habe sie bis jetzt nur in der vorschreitenden Entwicklung des Eiweisskörpers, im Eisaft als transitorische Bildungen und in der rückschreitenden Metamorphose der Zelle des reifenden Fruchtfleisches, also in den ersten und letzten Momenten des annuellen Pflanzenlebens mit Bestimmtheit erkannt.

Die Zellenmehrung aller geschlossenen Zellgewebsmassen scheint ausschliesslich auf Bildung von Theilzellen zu beruhen.

Die Zellenmehrung durch Theilung tritt in vierfach verschiedener Weise auf: durch Sprossung, durch totale, durch äussere und durch innere Abschnürung.

### Die Zellenmehrung durch Sprossung

beruht im Hervorwachsen eines Theiles der Ptychodezelle aus ihren äusseren Hüllen, ähnlich oder gleich der Sporenkeimung und der Schlauchbildung des Pollen. Mit grösster Bestimmtheit habe ich diese Mehrungsweise nur im merenchymatischen Zellgewebe des Huthes von *Agaricus emeticus* erkannt, Taf. I. Fig. 34. Auch aus den vereinzelt Zellen der Zellfäden von *Tremella Nostoc* sah ich mitunter Zellhäute durch Sprossung entstehen, doch ist hier, bei der so geringen Grösse der Zellen, Täuschung leicht möglich, Taf. II. Fig. 8 f, g.

Auch die Ptychode der Zellen vieler höherer Pflanzen tritt da, wo Ptychode und Ptychoide zur Schliesshaut des Tipfels vereint sind, in Form eines kleinen Sackes oder Schlauches mitunter weit aus den die äussere Grenze der Zelle bildenden Asthateschichten hervor; und es ist mir sehr wahrscheinlich, dass die linsenförmige Zwischenzelle der Nadelhölzer, vieler Laubhölzer, des Samenweisses der Elfenbeinpalm auf diese Weise entstehen.

### Die Zellenmehrung durch totale Abschnürung

worunter ich eine solche Theilung verstehe, an der nicht allein die Ptychode, sondern auch sämtliche dieselbe umgebenden Hüllen Theil nehmen, habe ich mit Bestimmtheit ebenfalls nur im kugelförmigen Zellgewebe von *Agaricus emeticus* beobachtet, Taf. I. Fig. 35. Es zeigen zwar auch die Prodro- men von *Lupinus pilosus* totale Abschnürung, da aber hier die grünen Zellen der Einstülpung sich nicht frei, sondern zwischen andern Zellen entwickeln, so können die häufig sich zeigenden Verengerungen derselben möglicherweise Folge eines Mangels an Entwicklungsraum sein, Taf. I. Fig. 28. Unter

### Zellenmehrung durch äussere Abschnürung

verstehe ich solche Theilungen, wo die äussere Ptychodehaut einer Mutterzelle sich mit einem Theile der Zellbrut des Ptychode-Raumes ausstülpt und zu freien Brutbeuteln abschnürt. Einen solchen Fall aus dem Merenchym von *Agaricus emeticus* zeigt Fig. 33. Bei höher entwickelten Pflanzen beschränkt sich, so viel ich weiss, diese Mehrungsart auf die transitorischen Brutbeutel welche frei im Saft des Embryosackes schwimmen, und die überhaupt nur eine einfache äussere Hülle haben, Taf. I. Fig. 20, 31, sowie auf die Bildung von Brutbeuteln im Innern reifender Fruchtzellen, Taf. I. Fig. 12, die dann im Raume zwischen äusserer Ptychode und Astathe gefunden werden.

Auch die Prodröm-Zellen von *Lupinus pilosus* zeigen äussere Abschnürungen, Taf. I. Fig. 28, die jedoch ebenfalls eine Folge der Entwicklung dieser Zellen zwischen Anderen sein können.

Weit wichtiger und verbreiteter als alle Vorgenannten ist die

### Zellenmehrung durch innere Abschnürung,

d. h. diejenige Theilung, bei welche allein die innere Ptychode sich zu ein oder mehreren besonderen Ptychodezellen abschnürt. Sie ist in ihrem Erfolge wesentlich verschieden von der Zellenmehrung durch äussere Abschnürung, denn, während bei Letzterer der abgeschnürte Theil Ptychodesaft und Zellbrut von der Mutterzelle als Inhalt mitnimmt, Fig. 12 b, und dadurch zum Brutbeutel wird, um-

schliesst die durch innere Abschnürung entstandene Theilzelle nur einen Theil des Zellsaftes der Mutterzelle, Fig. 7 m, n, o; sie muss sich ihren Ptychodesaft und ihre Zellbrut nach erfolgter Spaltung ihrer selbst und nach Entstehung eines Ptychoderaumes erst aus dem Zellsafte herausbilden.

Die Ursache der Theilung ist eine Einfaltung der inneren Ptychodehaut, die ihrerseits wohl kaum durch etwas Anderes als durch eine örtliche ringförmige Anhäufung des Ptychodesaftes hervorgerufen wird, womit die Strömungen dieses Saftes sehr wahrscheinlich in naher Beziehung stehen. Gewiss ist es, dass nicht allein der Ptychodesaft, sondern auch dessen Zellbrut, sehr oft, mitunter sogar regelmässig, auch die Metacard-Zelle in die Einfaltung hineingetrieben wird. Nach erfolgter Theilung der inneren Ptychodehaut der Mutterzelle wird daher deren Ptychodesaft zum Intercellular-Safte für die neu entstandenen Zellen. Die Zellbrut und der Ptychodesaft desselben erhält sich noch einige Zeit und wird dann resorbirt.

Ich glaube, dass die Vergrösserung alles geschlossenen Zellgewebes allein auf dieser Art der Vermehrung beruht.

### Beobachtungen.

Man wende dieselben auch hier wieder zuerst der freien Ptychodezelle im Fruchtsafte von *Solanum nigrum* und von *Passiflora edulis* zu.

Unter den grösseren, im Fruchtsafte schwimmenden, mit rothem Saft gefüllten Zellen wird man häufiger solche finden, an denen der rothe, innere Zellraum eine mehr oder weniger starke Einschnürung zeigt, Taf. I. Fig. 6. Behandelt man solche Zellen mit diluirter Ammoniakflüssigkeit, so wird die äussere Ptychodehaut aufgelöst und die frei gewordene Innenhaut rundet sich wieder vollständig ab, woraus hervorgeht, dass hier die Abschnürung noch nicht vollendet, sondern erst im Werden ist. Andere Zellen, die eine flächenförmige Verbindung der Einschnürung schon im natürlichen Zustande zu erkennen geben, Fig. 7, trennen sich nach Fortschaffung der äusseren Ptychode an dieser Stelle in zwei gesonderte, runde, rothsaftige oder vielmehr jetzt grünsaftige Zellen, Fig. 7. Auch die freien Zellen im Saft des Arillus der Passifloren zeigen dies recht schön. Hier ist die innere Ptychode derber, Fig. 9, so dass die Einfaltung derselben mitunter genau dasselbe Bild giebt wie die Falten der Holzfaser von *Taxus*.

Auf's Bestimmteste wird man sich überzeugen, dass die Zellentheilung durch innere Abschnürung entweder durchaus selbstständig oder unter Mitwirkung des Ptychodesaftes erfolgt. Von einer von aussen hereinwachsenden, abschnürenden Haut ist keine Spur vorhanden, die äussere Ptychodehaut nimmt an der Abschnürung keinen Theil. Die Früchte von *Cactus*, *Haemanthus puniceus*, *Clivia nobilis*, *Cucumis Melo* etc., geben hierüber ebenfalls treffliche Aufschlüsse.

Hat man hier den Vorgang studirt und erkannt, so gehe man zunächst an die Untersuchung des Fruchtfleisches solcher Beeren von *Solanum nigrum* oder *Atropa belladonna*, *Paris quadrifolia*, welche noch nicht vollkommen reif sind. Besonders in denjenigen Zellen, in welchen sich keine Epigonzellen entwickelt haben, wird man recht deutlich die Zellenmehrung durch Theilung der inneren Ptychodehaut, ganz so wie an den freien, astathelosen Zellen des Fruchtsaftes erkennen.

Nicht immer, aber doch überwiegend häufig, geht die Abschnürung der inneren Ptychodezelle von derjenigen Stelle aus, an welcher die von Euchrom-Zellen reichlich umgebene Metacard-Zelle lagert, Fig. 11. Eine grössere oder geringere Menge der Euchrom-Zellen und des Ptychodesaftes werden in den Abschnürungsbeutel aufgenommen, und lagern später zwischen den neuen Wänden der beiden entstandenen Theilzellen. Sehr häufig werden nicht allein Euchrom-Zellen sondern auch der Metacard in den Abschnürungsbeutel aufgenommen, Fig. 38 m.

Herrliche Beläge geben die grossen Zellhälter im Fruchtfleische von *Viburnum opulus*, Fig. 37 *Ribes grossularia*, Fig. 38, und von der unter dem Namen *Reine-Claude* bekannten Abart der *Prunus domestica*, Fig. 39. Erstere habe ich deshalb für die Darstellung erwählt, weil sie den ganzen Winter hindurch im Freien zu beziehen sind; letztere weil sie, in Zucker eingemacht, von den Conditoren bezogen werden können und in diesem Zustande trefflich zur Untersuchung geeignet sind, wenn man

das Fleisch mit Wasser ausgewaschen hat, wodurch zugleich die Zellhälter und Einzelzellen sich isoliren.

Die Zellhälter von *Viburnum opulus* und *Ribes grossularia* sind ungemein gross, bis  $\frac{1}{4}$  Linie lang. Auf den ersten Blick und bei schwacher Vergrösserung sind sie von gewöhnlichen runden, vollkommen geschlossenen Zellen nicht zu unterscheiden. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man im inneren Zellraume verlaufende Hautfalten, die durch Anwendung von Jod als die theils einfachen, theils durch Astatheschichten schon von einander gesonderte Scheidewände, im Innern der grossen Zelle liegender, kleinerer Theilzellen sich zu erkennen geben. Fig. 37 stellt eine solche Zelle aus dem Fruchtfleische von *Viburnum opulus* dar, mit Theilzellen bis zu dritter Generation. In den Theilzellen jüngster Generation, b b, liegen die inneren Ptychodehäute unmittelbar aneinander, und nur hier und da sind sie durch zwischenliegende, comprimirte Euchrom-Zellen des Ptychodesaftes von einander getrennt. In den Theilzellen vorletzter Generation, c, hat sich zwischen den beiden Ptychodehäuten bereits eine doppelte Astatheschicht gebildet, deren mittlere Trennungslinie jedoch nur durch die Lagerung der noch nicht resorbirten Euchrom-Zellen angedeutet ist. Dies zeigt sich auch noch bei d; doch hat hier die beiderseitige Ptychode bereits eine erneuerte Spaltung erlitten, in Folge deren auch schon Metacarde und Euchrom-Zellen im neuen Ptychoderaume erkennbar sind. Im Umfange der Zellen erster Generation ist die Astathe vollständig und in mehreren Schichtungen ausgebildet.

Fig. 38 ist ein Zellhalter aus dem Fruchtfleische von *Ribes grossularia*; von dem Vorigen nur darin unterschieden, dass hier sämtliche Theilzellen auf gleicher höherer Entwicklungsstufe bis zur erfolgten Bildung der Tipfelkanäle stehen, worauf ich weiterhin zurückkommen werde. Nur in der obersten Theilzelle hat sich die innere Ptychodehaut zu neuen Intracellular-Gängen eingestülpt, und zwar mit Hineinziehung der Metacardzelle m. Es beweist dieser Fall, dass die Mehrungsfähigkeit durch Theilung mitunter weit in die Festigungsperiode der Zellen hineinreicht.

Ganz besonders wichtig ist das Fruchtfleisch der *Reine-Claude* dadurch, dass es grösseren Theils nicht aus Parenchym, sondern aus prosenchymatischen Zellen besteht, an denen man die Vermehrung durch Längstheilung, wie sie diesem Zellgewebe eigenthümlich ist, sehr deutlich verfolgen kann. Einen recht instructiven Fall stellt Fig. 39 dar. Es ist dies eine Faserzelle, die in ihrer oberen Spitze noch unzertheilt ist, deren unterer Theil hingegen sich bereits vollkommen zu zwei Faserzellen zertheilt hat. Man sieht daher hier in ein und derselben Faser alle Stufen der Theilung, wie Fig. 37 b, c, d und Fig. 38 in verschiedenen Zellwänden zu erkennen giebt.

In den Faserzellen dieser Frucht bilden sich sehr häufig, durch horizontale Abschnürung der inneren Ptychode, eine Mehrzahl übereinanderstehender Innenzellen. Es entsteht dadurch das, was ich in meiner Abhandlung über Organisation der Waldbäume Zellfasern genannt habe. Die Abschnürung geschieht hier immer in etwas schräger Richtung und unter Eingehen einer grossen Metacardzelle in die Einstülpung.

Erst jetzt gehe man an die Untersuchung des geschlossenen Zellgewebes des Markes und der Rinde junger, kräftig wachsender Triebe annueller, markreicher Pflanzen, wie *Cucurbita Pepo*, *Nicotiana Tabacum*, *Ricinus communis* etc. Man wird hier den im abgeschnürten Ptychodebeutel liegenden Zellkern, umlagert von Chlorophyll-Körnern und häufig in der Mehrzahl fast überall in der Mitte des Zellraumes an Intracellular-Gängen aufgehängt finden, aber nirgends eine Spur von Fortpflanzungszellen sehen. Allerdings sieht man auch die Vermehrung durch Abschnürung der inneren Ptychodehaut verhältnissmässig nur selten recht deutlich, am deutlichsten noch an *Ricinus*; allein das liegt einestheils in der grossen Zartheit dieser Haut, in den, gegen die Zellen des Fruchtfleisches und des Endosperm's betrachtet, nur kleinen Zellen, vorzüglich aber darin: dass in den durchschnittenen Zellen die zarten Häute nothwendig verschoben werden müssen und zusammenfallen; in den nicht durchschnittenen, tiefer liegenden Zellen hingegen, wird die klare Ansicht durch die, die abgeschnürte innere Ptychodehaut umgebende, gemeinschaftliche äussere Ptychodehaut und durch den, zwischen beide abgelagerten, opaken Ptychodesaft sehr erschwert. Erst wenn sich um die getrennten Zellen eine Astatheschicht entwickelt hat, wenn die Wände derselben dadurch dicker geworden sind und die einhüllende gemeinschaftliche äussere Ptychodehaut resorbirt ist, tritt die neu entstandene Scheidewand deutlich hervor.



Bei vielen annuellen und bei allen von mir mit Rücksicht hierauf untersuchten Holzpflanzen tritt der Metacard nicht in's Innere des Zellraumes. Im Marke einjähriger Triebe von *Catalpa syriaca*, *Fraxinus*, *Sambucus*, in den Blumenstielen des Blumenkohls etc., hat er dabei einen ziemlich bestimmten Lagerungsort. Mit wenig Ausnahmen findet man ihn nur am oberen oder unteren Boden der Zelle, selten an den Seitenwänden. Die Zellenmehrung erfolgt aber in dem Verhältniss überwiegend durch Bildung horizontaler Zwischenwände, in welchem der Längenwuchs des Markes den Wuchs in die Dicke überwiegt. In all' diesen Fällen bildet sich die neue Scheidewand entfernt vom Metacard, und wenn wir solche unmittelbar ihr angelagert finden, so sind dieselben erst nach der Entstehung der Scheidewand entstanden.

Dass auch die Organe der Holz- und Saftschichten sich durch Selbsttheilung vermehren, ist mir zu völlig klarer Erkenntniss gediehen. Die Untersuchung ist hier unendlich viel schwieriger als im parenchymatischen Zellgewebe und zwar aus dem einfachen Grunde: weil hier nicht, wie dort, neue Zellen im Inneren bereits ausgebildeter und fest gewordener Zellen sich bilden, sondern; in Folge der radialen Fortbildung, die jüngste Zelle stets von wenig älteren und festeren umgeben ist. Die Entwicklungsgeschichte des Holz- und Bastkörpers soll Gegenstand einer besonderen Arbeit sein, für welche die Zeichnungen bereits vollendet sind.

Im Vorstehenden glaube ich eine hinlängliche Zahl von Belägen für die Behauptung gegeben zu haben: dass die Zellenmehrung durch Theilung auf einer durchaus selbstständigen, wahrscheinlich unter Mitwirkung des Ptychodesaftes erfolgenden Einfaltung der inneren Ptychode beruht. Ich glaube nicht, dass das allerdings häufige Eingehen der Metacardzelle in den Einfaltungs-Raum eine in Bezug auf die Theilung beachtenswerthe Erscheinung sei, da ohne Zweifel die Einfaltung auch ohne dies vor sich gehen kann. Auch sieht man sehr vielfältig Metacard-Beutel in's Innere des Zellraums treten und Intracellulargänge bilden, ohne dass diesem Zellentheilung folgt. Recht lehrreich ist in dieser Hinsicht die Untersuchung der dicken Haare von *Cucurbita Pepo*. In ihnen sieht man auf's klarste die verschiedensten Formen dieser Bildung in den leisesten Uebergängen, vom einfachen weiten Achsen-gänge mit freier, vom Ptychodesafte umspülter Metacardzelle, in den sehr niedrigen Zellen dicht über der Basis des Haares (vergl. Schleiden Beiträge, Taf. IX. Fig. 128, die Eiweisszellen von *Ceratophyllum* darstellend) bis zu den feinsten Intracellular-Gängen, von einem centralen Metacard-Beutel nach den Wänden der Zelle verlaufend, in den langstreckigen mittleren Haarzellen, Fig. 48.

#### c) Ueber die physiologische Bedeutung der Ptychode.

Die fertige Ptychodezelle, d. h. die Zelle mit gespaltener Ptychodehaut, mit Zellsaft und Ptychoderaum, ist das Wesentliche des ganzen Organismus. Sie ist der schaffende und umbildende, überhaupt der selbstthätige Zellentheil, zur Verrichtung aller der Zelle überhaupt zuständigen Functionen fähig. Alle Bildungen ausserhalb ihrer selbst, die concentrischen Astathe-Schichten und die verkitende Eustathe sind accessorische Gebilde, von hoher Wichtigkeit für den Gesamt-Organismus des pflanzlichen Individuums, von untergeordneter Bedeutung für das Leben der einzelnen Zelle. Die Ptychodezelle ist es, welche den Zellsaft unmittelbar umschliesst, denselben durch die Verwachsungsflächen mit den Ptychodehäuten der Nachbarzellen an diese abgiebt, und ihn auf demselben Wege aus anderen Nachbarzellen ergänzt, auf diese Weise den Säfteumlauf in der Pflanze vermittelnd. Aus dem in stetem Wechsel befindlichen Zellsafte scheidet sie so viel Bildungsstoff in ihren Ptychoderaum aus, als sie zu ihrer eigenen Entwicklung, zur Bildung der Astatheschichten und des Eustathekittes, der Zellbrut verschiedener Art, des Euchrom und des Stärkemehls bedarf; den Ueberschuss giebt die Zelle der Nachbarzelle, behält aber gewisse Stoffe, die eine Zelle diesen die andere jenen, im Zellraume zurück, wo sie zu flüssigen oder krystallinischen Salzen, zu Oelen, Harzen, Gummi etc. zusammentreten, den inneren Zellraum mehr oder weniger erfüllend.

Daher muss die Ptychodezelle stets das zuerst Entstehende sein; ihre Mehrung durch Theilung macht es unumgänglich nöthig, dass sie stets die innerste Grenze des Zellraumes bilde. Sie muss sich ferner überall vorfinden. Alle übrigen Zellenbestandtheile können hier oder da fehlen. Dies bestätigt die Beobachtung vollkommen.

## Beobachtungen.

Auf der zweiten dieser Abhandlung beigegebenen Tafel, habe ich das Zellgewebe verschiedener niederer Pflanzenformen, von *Protococcus*, *Tremella* und *Ulva* aufwärts dargestellt, und in sämtlichen Figuren das, was ich als Ptychodezelle anspreche, mit p, die Astathe mit a, die Eustathe mit e, die Oberhaut mit o bezeichnet. Es werden daher wenige Erläuterungen zum Verständniss der Abbildungen hinreichend sein, deren Zweck es ist meine Ansicht zu belegen: dass der Bau der Pflanzenzelle, ihren wesentlichen Bestandtheilen nach, überall ein und derselbe sei.

Fig. 1 b, Perisporium-Träger einer *Mucor*-Art mit unreifem Perisporium. Die äusserste Grenze bildet eine gemeinschaftliche Oberhaut o, welche unmittelbar die langstreckigen Ptychodezellen umschliesst. Weder Astathe- noch Eustathe-Abscheidung vermag ich aufzufinden.

c, unreife Sporen aus dem kugeligen Perisporium derselben Pflanze. Ptychodezellen, scheinbar in eine gemeinschaftliche Schleimmasse gebettet, die durch Jod und Säuren blau wird.

Derselbe schleimige Ueberzug zeigt sich auch an den reifen Sporen d und an den durch Theilung daraus hervorwachsenden Fäden des Myceliums f. Ob dieser Schleim äusserlich durch eine Haut begrenzt sei, lässt sich mit Gewissheit nicht erkennen; es scheint mir aber so. Den Schleim selbst halte ich für einen der Astathe höherer Pflanzen analogen Stoff.

Fig. 2. Randstück der flächenförmig vereinten Zellen von *Ulva latissima*. o, eine äusserst zarte Oberhaut in welche hier und da Körperchen verschmolzen sind die durch Jod sich braun färben. Jede einzelne der, theilweise durch Theilung vermehrten Ptychodezellen ist von einem ziemlich regelmässig sechsseitigen Netzwerke umgeben, welches jedoch nicht scharf begrenzt ist, sondern, wie ein Netzwerk kleiner über das Planum des Objects hervortretender Wälle, nur durch Licht- und Schattenwechsel erkennbar wird. Es ist dies genau dasselbe Bild, welches Querschnitte solchen Zellgewebes höherer Gewächse zeigen, in welchem die Astathezellen durch einen gemeinschaftlichen Eustathe-Kitt noch nicht verkittet sind, wie z. B. die Abbildung der Epidermoidalfasern aus *Spinacia oleracea* auf Taf. I. Auch die Objecte, welche Mohl zu seinen Anmerkungen Taf. II. Fig. 2, 3, 17, 22, 23 gezeichnet hat, gehören hierher, doch sind die Umrisse des Netzwerks dort viel zu bestimmt gehalten. Daher rührt die Verwechselung dieses scheinbaren Netzwerks mit dem wirklichen Netzwerke der Eustathe Fig. 26 und 27 der vorliegenden Fig. 10, 15, 18, 20, 21, 24, 28 der Mohl'schen Tafel.

Fig. 3 zeigt eben solches Randstück von *Ulva latissima* nach der Behandlung mit Schwefelsäure und Jod. Das Netzwerk der Wälle ist verschwunden und die einzelnen braun gewordenen Ptychodezellen sind durch eine durchaus verflossene, blau gefärbte Zwischensubstanz von einander geschieden, wenigstens lässt sich eine die Astathe der Nachbarzellen trennende Ptychoide nicht erkennen, wenn Fig. 2 auch auf deren Vorhandensein hindeutet. Jede Ptychodezelle führt ausser den Euchrom-Zellen einen, mitunter zwei sehr grosse Metacardzellen, die durch Jod tiefblau gefärbt werden und dadurch scharf hervortreten.

Fig. 4 b, Stück einer Faserzelle aus dem Huthe von *Daedalia quercina*. c, d, dieselbe im Querschnitte, um die schichtenweise Ablagerung der Astathe zu zeigen. f, Längenansicht derselben Faser nach Behandlung mit Schwefelsäure, wodurch die Astathe aufgelöst wurde, der dünne Ptychodeschlauch hingegen, wie die darin befindlichen, durch Jod deutlich sich blau färbenden Mehlkörner, ungelöst zurück blieben.

Fig. 5 b, Stück einer Faserzelle aus dem Laube von *Lobaria pulmonacea*, c, dasselbe nach Behandlung mit Schwefelsäure. Wir haben hier denselben Bau wie Fig. 4, nur dass die Aussenfläche hier mit einer grösseren Menge dickerer Eustathetropfen bedeckt ist, was besonders an denjenigen Fasern hervortritt welche die Lücken im Inneren des Laubes durchziehen.

Fig. 6. b—h, Vermehrung der Zellen von *Protococcus viridis*. Sie geschieht durch Theilung der Ptychode, Absonderung einer Astathe im Umfange jeder neuen Theilzelle und Isolirung der neuen Theilzellen durch Resorption oder Sprengung des Zellhülers, ganz in derselben Weise, wie ich dies auch am geschlossenen Zellgewebe höherer Pflanzen nachgewiesen habe.

k ist eine Pflanze dieser Art mit Jod und verdünnter Säure behandelt. Man unterscheidet sehr

bestimmt die innere Ptychodezelle von der umgebenden dicken Astathe, welche deutlich blau wird, während eine derbe äussere Haut, hier zugleich Ptychoide und Cuticula, die Astathe äusserlich umschliesst. Die braunen, in die Substanz der Cuticula verwebten Körnchen, halte ich auch hier für frei abgeschiedenen Eustathekitt.

1 ist ein Protococcus mit concentrirter Säure und Jod behandelt. Sowohl der Inhalt der Ptychodezelle als die Astathesubstanz sind dadurch aufgelöst und nach aussen ergossen, und nur die beiden Häute, Ptychode und Cuticula, haben sich erhalten und geben ihre Natur durch die braune Farbe, die sie durch Jod erhalten, zu erkennen.

Fig. 7, Stück einer *Conferva glomerata*, mit schwacher Säure und Jod behandelt. Es haben sich dadurch die Cuticula o, die Astatheschicht a und der Ptychodeschlauch p scharf gesondert. Letzterer zeigt oben eine vollständig erfolgte Abschnürung und zugleich die Bildung einer neuen Astathe zwischen den beiden Theilzellen. Dass diese Neubildung von den beiden neuen Zellen ausgeschieden wurde, geht aus der Theilung derselben am Rande hervor. Die mittlere Abschnürung ist schon ziemlich weit vorgeschritten, die anliegende Astathe zeigt aber nicht die geringste Spur einer Einfaltung; ein Beweis, dass die Abschnürung nicht durch eine von aussen in die Ptychodezelle hineinwachsende Haut vermittelt, sondern durchaus selbstständig von der Ptychodezelle vollzogen wird; dass die, die Theilzellen trennenden Astatheschichten, erst nach erfolgter Trennung, oder im Verlaufe derselben erzeugt werden, wofür die untere Constriction spricht. Vor der Behandlung mit Säure erschienen die unteren Ptychodeglieder, wie das obere, bereits als getrennte Zellen und erst durch die Säurewirkung gab sich ihr Zusammenhang, wie die Figur zeigt, zu erkennen. Was die Entwicklung der Astathe betrifft, so wird man sie vollkommen übereinstimmend finden mit der der Haare von *Cucurbita Pepo* auf der ersten Tafel. Die doppelte Ptychode führt in ihrem Spaltraume grosse Mengen von Euchrom-Zellen, mitunter auch Amylonkörner, die bei anderen Conferven (*Spirogyra*, *Zygnema*) zwischen spiralig verlaufenden Ptychodefalten spiralig abgelagert sind. Hier tritt sehr häufig, in manchen Fällen regelmässig, ein sehr grosser Intracellular-Gang in der Axe der Zelle auf, ähnlich den Intracellular-Gängen in den kurzen Zellen der Haare der Cucurbitaceen, Taf. I. Fig. 48.

Fig. 8, zur Entwicklungsgeschichte der Nostochineen, *Tremella Nostoc* L., ist, wie *Ulva*, *Conferva* und *Protococcus*, in eine, noch dazu ziemlich derbe, Cuticula eingeschlossen. Ihr Inneres besteht aus langen Zellreihen, die in eine reichlich abgesonderte, durch Jod und Säure sich lichtblau färbende, gelatinöse Substanz gebettet sind, Fig. 8 b. Die Zellfäden selbst, deren einer, c c, stärker vergrössert dargestellt ist, sind den Confervenfäden gleich gebauet, d. h. sie bestehen aus Ptychodezellen, umgeben von einer Astatheschicht, gemeinschaftlich umschlossen von einer schlauchförmigen Oberhaut, der Ptychoide. Dies erkennt man deutlich durch Behandlung der Fäden mit Säuren und Jod, Fig. 8 d. Aus diesem Grunde glaube ich, dass die gemeinschaftliche Gallerte nicht Astathe, wie bei *Ulva*, sondern wie bei den Fucoideen, eine der Eustathe höherer Pflanzen näher zu stellende Intercellularsubstanz sei; die grünen Zellen der Zellfäden vermehren sich durch Theilung, wie die Zellen freier Conferven-Fäden, i i. Dadurch verlängert sich der Zellfaden. Die Zahl der Zellfäden mehrt sich durch Theilung der Fäden in eine Mehrzahl kleinerer Fäden. Dieser Zertheilung geht stets die Verwandlung einer der Euchrom-haltigen Zellen zu einer Euchrom-freien, eiförmigen Zelle von überwiegender Grösse, k k, voran. Die Trennung der Zellreihen erfolgt stets zwischen einer solchen hellen und der nächsten grünen Zelle; entweder einseitig, in welchen Fällen die Fortpflanzungszelle am Ende des Zellfadens bleibt l, oder beiderseits, in welchem Falle man den gemeinschaftlichen Ptychoideschlauch vor völliger Lostrennung in feine Fäden ausgezogen sieht, m m. Fortpflanzungszellen nenne ich diese grösseren Zellen, weil man unter den völlig isolirten hin und wieder solche findet, die, wie Sporen oder Pollenzellen, Schläuche treiben und neue Theilzellen darin entwickeln, f, g. Im Zellraume Anderer sieht man einen krystallähnlichen Körper h.

Fig. 9. Querschnitt aus dem Laube von *Sphaerococcus crispus* (*Lichen carraghen* der Apotheken). p p sind die eigentlichen Ptychodezellen; die von ihnen auslaufenden Arme sind analog der häutigen Auskleidung der Tipfelkanäle höherer Pflanzen. Diese Tipfelkanal-Schläuche sind hier ungewöhnlich lang ausgezogen und in Folge dessen oft, besonders nach der Axe des Pflanzentheiles hin, zu schlauchförmigen Zellen abgeschnürt, b b, die im Querschnitte alsdann als kleine rundliche

Zelldurchschnitte mitten in einer verbreiteten Intercellular-Substanz auftreten, c. Diese und ähnliche Fucoideen sind besonders dadurch anatomisch wichtig, dass sich nirgends das unmittelbare Zusammenstossen der Tipfelkanäle benachbarter Zellen so bestimmt erkennen lässt als hier, besonders wenn man mit Säuren und Jod arbeitet. Die Ptychodezellen sowohl wie deren schlauchförmige Erweiterungen, sind zunächst umgeben von einer sehr schmalen aber deutlich concentrisch geschichteten Lage, die durch Jod und Säuren eine tiefblaue Farbe erhält, und die ich für die eigentliche Astathe halte, a a. Die grossen Räume zwischen den Ptychodezellen und der sie umgebenden Astathe sind erfüllt mit einer Substanz, die durch Jod und Säure zwar auch eine hellblaue Farbe erhält, die aber auf keine Weise weder eine Schichtung, noch ein sonderndes Netzwerk, wie Fig. 2, noch Intercellular-Gänge erkennen lässt, und die ich daher, wie bei *Tremella*, für eine der Eustathe höherer Pflanzen analoge Substanz halte, e e.

Fig. 10. Querschnitt aus dem Laube der *Laminaria cactiformis* (? Form und Grösse des Laubes von *Cactus alatus*), lässt im Wesentlichen denselben Bau erkennen wie Fig. 9. Vielarmige Ptychodezellen p p, durch Behandlung mit Alkohol und Jod contrahirt, so dass zwischen ihnen und der als ein schmaler Lichtring von der Intercellular-Substanz e e gesonderten Astathe a a, ein weiter leerer Raum entstanden ist. Auch hier erkennt man auf's deutlichste das Zusammenstossen der Tipfelkanalschläuche benachbarter Zellen, die, in ihrem natürlichen Zustande kürzer und dicker, hier nur durch die Contraction der Ptychodezelle zu langen, fadenartigen Schläuchen ausgezogen sind. Ich habe grade diesen Zustand dargestellt, weil er beweist, dass die correspondirenden Tipfelkanäle der Nachbarzellen mit einer, die Contraction der Ptychodezelle überwiegenden Kraft zusammenhängen. Es zeigt sich aber hier noch eine andere beachtenswerthe Erscheinung. Da, wo die Nachbarzellen nicht, wie in den oberen Theilen der Figur, durch eine sehr breite Intercellular-Substanz geschieden sind, sieht man die Astatheschichten an der Stelle, wo sie von den Tipfelkanälen der Nachbarzellen durchsetzt werden, wie bei den Nadelhölzern, zu einem linsenförmigen Intercellular-Raume auseinanderweichen, d d. Ich glaube sogar einige Mal in diesen Intercellular-Räumen eine linsenförmige Zwischenzelle durch ihre braune Färbung erkannt zu haben, m. Die Ptychodezellen sind mit grossen Brutbeuteln erfüllt, deren kleinzelliger Inhalt und Ptychodesaft durch Jod tief braun gefärbt wird.

Fig. 11, Zelldurchschnitte aus demselben Querschnitte wie Fig. 10, dünnwandige, dicht unter der Epidermoidalschicht liegende Zellen darstellend. Man sieht auf's Bestimmteste, dass auch hier der feste und schleimige Zelleninhalt nicht im Inneren der Zelle, sondern in einem Ptychoderaume liegt und vom Zellenlumen durch eine Haut geschieden ist. Dass wir hier im Wesentlichen denselben Zellenbau wie bei den phänogamen Pflanzen vor Augen haben, beweist auch die vielfältige Tipfelung dieser Zellen, die sich da deutlich zu erkennen giebt, wo der Schnitt die Ansicht einer Hautfläche gelassen hat, m.

Fig. 12, 13, 14 zur Entwicklungsgeschichte der Spiralfaserzelle. Haare von der Unterseite des Laubes der *Marchantia polymorpha*. Es entstehen diese Haare in eigenen, von peripherischem Zellgewebe umgebenen Complexen, sowohl des Laubes als des Stengels, und treten nach aussen durch eine, der Blattausscheidung höherer Pflanzen ähnliche, Spaltung des einschliessenden Zellgewebes. Querschnitte aus dem Fruchtstiele zeigen dies am besten.

Fig. 12 b ist die Haarzelle in ihrem jugendlichsten, von mir beobachteten Zustande; eine doppelte Ptychodehaut mit Ptychodesaft im Spaltraume. Eine, ziemlich regelmässig unfern der Spitze sich zeigende, Einstülpung der inneren Ptychode und eine in derselben liegende grössere Zelle, lässt auf das Vorhandensein einer Metacardzelle schliessen. Im Verfolg bildet sich im Ptychoderaume eine sehr bestimmt ausgeprägte Astathe. Eine grössere oder geringere Menge von Euchrom-Zellen werden nicht resorbirt, sondern bleiben, bis auf das Euchrom contrahirt, zwischen innerer Ptychode und Astathe gelagert. Dadurch entstehen, in das Zellen-Lumen hineinragende, kleine Tuberkel, Fig. 12 f, c und d im Querschnitte der Zellhaut. Sie werden durch Jod und Säuren nicht blau, sondern braun. An denjenigen Stellen wo die Euchrom-Zellen lagern, beginnt nun eine reichlichere Astathe-Absonderung, wodurch die Tuberkel theils in's Zellenlumen hinein, theils nach zwei entgegengesetzten Seiten hin in der Wandungsfläche sich erweitern. Das ursprüngliche Euchromkorn vergrössert sich nicht, sondern wird resorbirt. Wenigstens zeigen die grösseren Tuberkel eine durchaus gleichförmige und

gleichfarbige Masse. Die Astathe-Tuberkel erweitern sich in der Zellwand nicht selten nach gewissen Gesetzen, und bilden ring- oder spiralförmige Einfaltungen, Fig. 13, nicht selten von zierlicher Form, Fig. 14, wie sie sich auch bei manchen Conferven finden.

Einzelne Faserzellen sind einer fortgesetzten Spaltung ihrer inneren Ptychode unterworfen. Es bildet sich in dem neuen Ptychoderaume neuer Ptychodesaft, Fig. 12 g. Die im primitiven Ptychoderaume gebildete Astathe, von der äusseren Ptychodehaut (Ptychoide) umgeben, wird dadurch zum Zellhalter für die neue Ptychodezelle. Bildet sich im Ptychoderaume der Letzteren eine zweite Astathe, und spaltet sich die dadurch isolirte innere Ptychode zum dritten Male, so wird g zu h, b zu g, und wir haben dann eine dreifache Einschachtelung wie sie Fig. 12 darstellt und wie man sie unter den freien Haarzellen, welche dem Laube der Marchantien zu einem Stroma-ähnlichen Träger dienen, gar häufig findet. h ist hier das Receptaculum erster, g das Receptaculum zweiter Generation, b die Ptychodezelle. Wir haben demnach hier genau denselben Bau, welchen die Bastfasern des Palmenholzes so schön zu erkennen geben, nur dass dort die Astatheschichten weit dicker sind, in Folge dessen die Receptacula dicht aneinander schliessen. (Vergl. Mohl Bemerk., Taf. II. Fig. 8.) Die Betrachtung des Längenschnittes wird jeden Zweifel heben. Selbst die Abschnürungen in horizontaler Richtung, wie bei i Fig. 12 angedeutet ist, finden sich dort regelmässig. Ich habe die controlirende und vergleichende Beobachtung am sogenannten Polixander-Holze gemacht, einem Palmenholze, welches häufig von Drechslern, wie zu Geh- und Schirmstöcken verarbeitet wird, und daher leicht zu beziehen ist.

Fig. 15, 16 17, parenchymatisches Zellgewebe aus dem Fruchstiele der *Marchantia polymorpha*, Fig. 15 im frischen unveränderten Zustande, Fig. 16 mit schwacher Säure, Fig. 17 mit stärkerer Säure und Jod behandelt, wodurch die, einer jeden Zelle angehörenden, die Ptychodezelle p umschliessenden, Astatheschichten a, ohne die geringste Spur einer gemeinschaftlichen Eustathe auseinanderzutreten. Beachtenswerth ist, dass die Tipfel hier nie in der Mitte zwischen je zweien Inter-cellular-Räumen, sondern regelmässig dicht neben denselben liegen.

Fig. 18—21, Zellgewebe aus den Blättern der *Jungermannia dilatata*, unter verschiedenen Graden der Säure- und Jod-Wirkung gezeichnet. In Wasser zeigen sich die hellen Umrisse der Astathe fast genau so wie Fig. 16; das Innere der Zelle ist mit einer anschliessenden Ptychodezelle ausgekleidet, in welcher theils grosse Euchrom-Zellen, theils ungefärbte, eiförmige Körner liegen, die wie Mehlkörner aussehen, Fig. 18. Behandelt man das Zellgewebe mit Alkohol und Jod, so verschwinden die meisten Körner spurlos, die daher wohl Wachs oder Harz sein mögen. Dafür zeigt sich nun ein weiter innerer leerer Raum, der innere Zellraum, in welchem die weissen Körner lagerten, und man erkennt nun deutlich, dass die Euchrom-Zellen vom Zellraume durch eine Haut, die innere Ptychode, abgeschlossen sind; Fig. 19, wo zugleich die Astathe in höherem Grade expandirt dargestellt ist. Fig. 20 ist nur mit Jod und Säure behandelt; die meisten Körnchen haben sich in Folge dessen erhalten und sind nach wie vor ungefärbt. Die Astathe hat sich stark aufgebläht und die Ptychodezelle mit ihrem Inhalte comprimirt. Dagegen sind grosse Inter-cellular-Räume wie in Fig. 17 entstanden; die Ptychoide hat daher auch keine Auflösung erlitten wie dies in Fig. 21 der Fall ist, wo die Inter-cellular-Räume mit der, durch die aufgelöste Ptychoide frei gewordenen, expandirten Astathe erfüllt sind.

Fig. 22, Zellgewebe aus dem Blatte von *Sphagnum latifolium*. Es besteht dasselbe aus zwei verschiedenen Zellformen, aus einfachen schlauchförmigen Zellen b b, ohne Spur einer inneren Faltung, aber mit einzelnen Harzkörnchen im inneren Zellraume und aus, zwischen diesen liegenden grösseren Spiralzellen c c, deren innere Ptychode so deutlich und tief eingefaltet ist, dass dadurch mitunter wirkliche Abschnürungen entstehen. Die Einfaltung der inneren Ptychode ist hier genau die der Taxus-Holzfaser; auch wird man durch Behandlung mit concentrirten Säuren finden, dass sich, mit erfolglicher Ausdehnung und Auflösung der Astathe, die innere Faltung eben so wie bei *Taxus* ausstrafft, die innere Ptychodehaut zu einem nicht mehr gefalteten einfachen Schlauche wird, wie dies die unteren Zellen der Fig. d d zeigen. Beide Zellformen haben eine so bestimmt ausgesprochene Astathe, dass das ganze Blatt durch Behandlung mit Jod und Säuren, die Zellen b b jedoch früher und intenser, blau wird; man erkennt alsdann recht deutlich die wirkliche Porosität der grossen Zellen.

Fig. 23, centrales Zellgewebe aus dem Stengel von *Polytrichum commune*. Es ist besonders dadurch interessant, dass hier etwas Aehnliches wie im Marke von *Taxodium distichum* vorkommt (Beiträge Fig. 12—14), nämlich das Fehlschlagen einer Astathe- und Eustathe-Absonderung zwischen den Ptychoden vieler Nachbarzellen. Hier sind es mitunter 6—8 Fasern a—f, welche auf diese Weise nur durch unendlich zarte Häutchen von einander getrennt sind, während die übrigen Zellwände von einer schmalen Astatheschicht und einer mächtigen Intercellular-Substanz gebildet sind, die hier durch die braune Färbung, welche sie durch Jod erhält, der Eustathe höherer Pflanzen schon näher tritt.

Fig. 24, Tipfelfasern aus dem centralen Gefässbündel des Stengels von *Lycopodium calvatum*, den Uebergang vom einfachen Tipfel zum gestreiften und Treppengefässe darstellend. Der innere Bau dieser Organe ist genau derselbe wie bei phänogamen Pflanzen. Die übrigen Erläuterungen geben die chematischen Entwicklungsreihen der ersten Tafel.

Fig. 25, Bastfaser-Längenschnitt aus dem peripherischen Bastkörper derselben Pflanze. (Die Figur ist, wegen Mangel an Raum, liegend gezeichnet.) Die breite, deutlich geschichtete Astathe wird von correspondirenden Tipfelkanälen durchsetzt, die auf einen linsenförmigen Intercellular-Raum stossen. Hier finden sich solche Räume nicht allein wie gewöhnlich da, wo drei Zellwände sich scheiden, sondern häufig auch zwischen zweien Zellwänden. Diese Räume sind dann theilweise mit einem unregelmässig geballten Stoffe erfüllt, der eine unvollkommen entwickelte Eustathe zu sein scheint. Uebrigens liegen auch hier, wie Querschnitte bestimmt zeigen, mehrere Astathenerationen in einander. Die innerste ungemein zarthäutige Astathe ist gespalten und führt in ihrem Ptychoderaume reichlich Stärkemehl und braune homogene Tropfen, die mir gefärbter Ptychodesaft zu sein scheinen.

Fig. 26, Querschnitt aus dem Zellgewebe des Stammes von *Polypodium vulgare*, in Säure etwas aufgequollen. Man sieht hier die Tipfelkanäle, deren Correspondenz und die Durchbrechung der Eustathe durch dieselbe sehr deutlich.

Fig. 27. Ein Theil von Fig. 26 stärker vergrössert und mit concentrirter Säure behandelt. Durch die mächtig aufgequollene Astathe sind die correspondirenden Tipfelkanäle aus ihrer Verbindung getreten und haben sich in die Ptychode verflacht, in der Astathe selbst sind aber die Gänge, welche früher von ihnen umkleidet waren, durch eine Schattenlinie noch sehr deutlich erkennbar. Die Unterbrechung der Eustathe, da wo die beiden correspondirenden Tipfelkanäle aufeinanderstossen, tritt jetzt in den schärfsten Umrissen hervor; eine Bildung, die in den chematischen Darstellungen der ersten Tafel näher erläutert ist.

Mohl giebt, in Fig. 18 seiner Tafel zu den Bemerkungen, eine Abbildung derselben Organe aus *Polypodium incanum*, einer Farn-Art, die mir zur Untersuchung nicht zu Gebot stand.

Fig. 28 habe ich einen Theil der Mohl'schen Figur copirt, die besonders darin von der meinigen abweicht, dass die Eustathe sich ununterbrochen in bedeutender unveränderter Breite zwischen den Tipfelkanälen der Nachbarzellen hindurchzieht. Ich gestehe, dass ich diese Abweichung, trotz aller Achtung vor Mohl's anerkannt ausgezeichneter Beobachtungsgabe, für irrig halte. Es ist aber von besonderer Wichtigkeit, durch andere Beobachter festgestellt zu sehen, wer von uns beiden Recht hat, da die Correspondenz der Tipfelkanäle und das Unterbrochensein der Eustathe zwischen den Enden correspondirender Kanäle, ein wichtiger Beweisgrund für die Richtigkeit meiner Theorie ist.

Schon bei den zuletzt aufgeführten Pflanzen treten die drei verschiedenen Zellwand-Schichtungen so vollständig entwickelt auf, wie bei den am höchsten entwickelten Phänogamen. Unter den von mir mit Rücksicht darauf untersuchten Gewächsen sind es nur die Equisetaceen, bei denen ein Rückschritt zur Intercellularsubstanz der Algen Statt zu finden scheint.

Fig. 29 e. Querschnitt aus den Bastfaserbündeln des Stammes von *Equisetum arvense*, doch kann man den Bau dieser Organe auch so deuten, dass a<sup>1</sup> eine Astathe erster, a<sup>2</sup> eine Astathe zweiter Generation sei, was um so wahrscheinlicher wird, da wir es hier mit Bastfasern zu thun haben, denen die Einschachtelungsbildungen so eigenthümlich sind.

## Zweiter Abschnitt.

### Erscheinungen der Zellenfestigung in der Periode der Zellenmehrung.

Alle durch Abschnürung der inneren Ptychodehaut oder durch Brutbildung im Inneren einer Mutterzelle entstandenen jungen Zellen, sind eingeschlossen von der äusseren Ptychode ihrer Mutterzelle und umflossen vom gemeinschaftlichen Ptychodesafte, der dadurch für die neuen Zellen zum Inter-cellular-Safte geworden ist. Als Solcher lösen sich die in ihm enthaltenen Euchrom- und Amylon-Substanzen mit den sie führenden Euchrom-Zellen wieder auf; der Inter-cellular-Saft erstarrt zur ersten Astathe-Schicht, zum ersten Bindemittel der Zellen innerhalb einer Mutterzelle. Dies geschieht bei Theilungszellen, die sogleich nach ihrem Entstehen den ganzen Zellraum erfüllen, unmittelbar nach der Theilung, bei Brutzellen hingegen erst dann, wenn sie bis zu einer, den Raum der Mutterzelle füllenden, gemeinschaftlichen Grösse herangewachsen sind, und dadurch sich gegenseitig pressen.

So lange die Zellenmehrungsfähigkeit eines Pflanzentheiles dauert, ist die Ptychode jeder jüngsten Zelle im Innern einer Mutterzelle, erneueter Spaltung ihrer selbst unterworfen. Sie bildet in ihrem Ptychoderaum eigenen Ptychodesaft, einen oder mehrere Cytoblasten und Euchrom-Zellen, und ist nun fähig, durch Theilung ihrer inneren Ptychode oder durch Zellbrut zur Mutterzelle zu werden, deren neue Zellen denselben Entwicklungsverlauf beginnen und vollenden u. s. f., bis der durch sie constituirte Pflanzentheil die ihm eigenthümliche Grösse erreicht hat, und die Zellenmehrung erlischt.

Es muss daher jedes junge Zellgewebe aus Zellcomplexen bestehen, dessen einzelne Zellen von einer Urzelle abstammen, und die gemeinschaftlich von dem zu fester Astathesubstanz umgewandelten Ptychodesafte der Urzelle umfassen sind. Diese grössten Complexe bestehen aus so viel kleinen Complexen, als die Urzelle in erster Generation Zellen erzeugte. Für diese gilt, in Bezug auf ihre gemeinschaftliche Astathehülle, die man mit dem Namen Zellhälter — *Receptaculum* bezeichnen kann, dasselbe, wie für den ganzen Complex, und so bis zur jüngsten Generation hinab. Je grösser und zellreicher der Complex wird, um so zarthäutiger muss der ausgezogene äusserste Zellhälter werden. Auch dies hat natürlich seine Grenze. Ist der Zellcomplex bis zu einer gewissen Grösse herangewachsen, so muss sich die ihn einschliessende Astathe der Urzelle auflösen, wodurch derselbe in eine Mehrzahl kleinerer selbstständiger Complexe zerfällt.

### Beobachtungen.

Eine der überraschendsten Erscheinungen liefert das Fruchtfleisch von *Ribes Grossularia*, *Viburnum opulus*, *Prunus domestica* etc. Man kann sich zu controlirenden Untersuchungen in Zucker eingemachter Früchte bedienen, wie sie zu jeder Zeit bei Conditoren zu bekommen sind. Zerdrückt man das Fruchtfleisch von *Ribes Grossularia*, und wäscht man es mit einigen Tropfen Wasser aus, so werden sich eine Menge sehr grosser, bis  $\frac{1}{8}$  Par. Lin. langer Zellen isoliren. Diese Zellen erscheinen ohne Weiteres einfach; man sieht nur einige Querfalten und Streifen. Behandelt man die Zellen mit Jod, so erscheinen die Querstriche als innere Querwände. Bedeckt man darauf die mit Jod durchdrungenen Zellen mit einer Glasplatte und lässt man einige Tropfen Schwefelsäure zwischen die Glasplatten laufen, bis zum Hervortreten der blauen Farbe, so wird man erkennen, dass die Querfalten die Scheidewände innerer Zellen sind, die sehr häufig wiederum mehrere Zellen beherbergen. Da dies Tipfelzellen mit dicker Astatheschicht sind, so werden, durch Ausdehnung der inneren Zellen, die äusseren Zellhälter durch die Einwirkung der Säure gesprengt und man sieht nach und nach die ineinander liegenden Generationen sich entwickeln. Fig. 37 aus *Viburnum opulus* und Fig. 38 aus *Ribes Grossularia*.

Hat man diesen Bau im Fruchtfleische erkannt, so wende man sich zu den Markzellen. Im Marke junger Triebe von *Ricinus* sind die Zellcomplexe auf eigenthümliche Weise durch Anhäufung von Gasen in den Inter-cellular-Räumen umschrieben. An feinen Längenschnitten sieht man deutlich,

dass zwischen den Wänden der jüngst entstandenen Zellen keine Luft ausgeschieden ist. Ich entsinne mich nicht, dies in anderen Fällen beobachtet zu haben; man muss sich daher die Ansicht der Zellhälter auf andere Weise zu verschaffen suchen. Das geschieht durch Kochen oder durch Maceriren. Das Zellgewebe aus der Spitze junger Schösslinge von Kohl, Salat, Spinat, besonders die oberen Blumenstengel des Blumenkohls gekocht, löst sich nicht sogleich in einzelne Zellen auf, sondern in Zellcomplexe von 2 — vielen Zellen. Die Wirkung des Kochens ist eine allmähliche Auflösung der Zellhälter, wodurch das Zellgewebe in immer kleinere Complexe zerfällt, bis zur Breibildung.

Behandelt man gekochtes Zellgewebe vor völliger Auflösung mit Jod und Säuren, drückt man es gelinde zwischen Glasplatten, so wird man die Complexe und deren häutige Hüllen recht deutlich erkennen, da sie, wie alle Astathe, sich blau färben. Ausser den zarten Gemüsen giebt das junge Mark von *Catalpa syringaefolia*, von *Sambucus*, *Viburnum lantana*, *Rhus typhinum*, *Ailanthus glandulosa* gute Bilder.

Auf diesen Astathe-Ueberzügen beruht der Zusammenhang des jugendlichen Zellgewebes der Pflanzen, der aber gar nicht zu vergleichen ist mit dem festen, durch das anhaltendste Kochen oder Maceriren nicht zu lösenden Zusammenhange, welcher im höheren Alter der Holzfasern und manchen parenchymatischen Zellgewebes, durch die Ausscheidung einer gemeinschaftlichen Kittmasse, der Eustathe, erzeugt wird. (Mohl Bemerk. S. 339.)

In der äussersten Spitze des Markes wachsender Triebe, haben die Complexe eine unregelmässig rundliche Form; in tieferen Theilen des Markes gehen sie allmählig in die Form senkrecht gestellter Zellschläuche über. In den Blumenstielen mancher Euphorbien, z. B. in denen der *Euphorbia Characias*, lösen sich die Markzellen von selbst in solche Zellschläuche auf.

Die Bildung der Zellhälter beginnt unmittelbar nach der erfolgten Theilung der Zelle und unter gleichzeitig erfolgender Resorbition der äusseren Ptychodehaut; wenigstens lässt sich eine solche im jugendlichsten Zellgewebe, als äusserste Grenze der Astathe, nicht nachweisen; auch zeigen sich in dieser frühesten Periode nie Tipfel oder Spiralen, die stets nur Folge einer bleibenden Verbindung der inneren und äusseren Ptychode sind. Dagegen giebt es, selbst im jüngsten geschlossenen Zellgewebe, keinen Fleck von der Grösse eines Nadelknopfes, dem die Astathe gänzlich fehlt, und die Ansicht, dass dieselbe sich gewöhnlich erst dann bilde, wenn der Process der Zellenmehrung vorüber sei (Mohl Bemerk. S. 339), ist gewiss nicht richtig.

## Dritter Abschnitt.

### Das Leben der Pflanzenzelle in der Periode der Zellenfestigung.

#### A. Die Bildung der Astathe.

Während der Dauer der Zellenmehrung, so lange eine durch Theilung oder Brut entstandene Zelle fähig ist, sich selbst wieder durch Theilung oder Brut zu vervielfältigen, eine Fähigkeit, die in einem gewissen Alter erlischt, schreitet sie in ihrer eigenen Ausbildung nur bis zu einem gewissen niederen Grade vor. Fassen wir speciell die Vermehrung durch Theilung in's Auge, auf welcher die Vergrösserung des Stammes mit seinen Wurzeln und Blättern wahrscheinlich ausschliesslich beruht, so besteht die Entwicklung der Zelle während der Theilungsperiode, in Bezug auf ihren eigenen Bau, in einer fortdauernd sich erneuernden, durch Spaltung erfolgenden Verdoppelung der einfachen, inneren Ptychode, Fig. 52 c, d, Abschnürung der inneren Ptychodehaut, Erstarrung des Ptychodesaftes zu Zellbeuteln und Resorbition der äusseren Ptychodehaut, Fig. 52 e. Letztere ist es, auf deren Vorhandensein die Tipfel- und Spiralbildung beruht, die daher in der frühesten Periode nicht hervortreten vermag.



Mit dem Aufhören der Zellenmehrfähigkeit hört auch die Resorption der äusseren Ptychodehaut auf. Der zu Astathe erstarrende Ptychodesaft tritt von da ab nicht mehr als eine äusserste Hülle der Zelle auf, wie in der früheren Periode, in der eine äusserste, die Astathe einschliessende Haut, wenigstens nicht nachweisbar ist, sondern er erstarrt im Ptychoderaume, ist also, sowohl gegen das Zellenlumen als nach aussen hin, durch eine Haut begrenzt, welche letztere ich von da ab nicht mehr äussere Ptychode, sondern Ptychoide nenne, Fig. 52 f, weil in vielen Fällen, nach Sonderung der inneren Ptychode von der Ptychoide durch Astathe-Substanz, erstere einer erneuerten Spaltung unterworfen ist, Fig. 52 s.

Die Absonderung des Ptychodesaftes aus der Zellenflüssigkeit hört aber, mit der Trennung der Ptychode von der Ptychoide durch dazwischen gelagerte Astathe-Substanz nicht auf. Fortdauernd werden Ptychode-Säfte zwischen die jüngst entstandene Astathe-Schicht und die innere Ptychode ausgeschieden. Diese Ausscheidung geschieht in den meisten Fällen mit Intervallen, worauf die schichtenweise Ablagerung der Astathe beruht.

Ich habe gesagt: dass bei manchen Zellen, nach der Trennung der Ptychoide von der Ptychode durch Astathe-Schichtungen, die Ptychode einer erneuerten Verdoppelung unterworfen sei. Bei den Bastfasern und Bastfaser-artigen Zellen tritt nun der merkwürdige Umstand ein, dass, nachdem sich eine grössere oder geringere Zahl von Astatheschichten im ersten Ptychoderaume gebildet haben, die ferneren Astatheschichten nicht mehr hier, sondern in dem neu entstandenen inneren Ptychoderaume abgeschieden werden. Dadurch entsteht eine Ptychoide zweiter Generation, zwischen welcher und der inneren Ptychode wiederum eine Anzahl Astatheschichten entstehen, bis zu abermaligem Ueberspringen dieser Bildungen in den innersten Ptychoderaum. Auf diese Weise entstehen Ptychoiden dritter, vierter und fünfter Generation, wie man dies besonders schön in den Bastfasern des Palmenholzes erkennt, Fig. 52 p, q, r.

Eine andere mit der Bildung von Astathe-Schichten im Ptychoderaume im Zusammenhange stehende Erscheinung ist das Hervortreten von Tipfeln, Tipfelkanälen und Spiralfasern. Die Grundursache derselben ist die, an gewissen Stellen nicht erfolgende, Spaltung der ursprünglich einfachen, in eine innere und äussere Ptychode, wie dies die chematische Entwicklungsreihe der Zellhaut, Fig. 52, zeigt. An diesen, meist rundlichen oder elliptischen, grösseren oder kleineren Flächen, fliessen also beide Ptychodehäute in eine ungetrennte Haut zusammen. Wir wollen diesen Theil der Ptychode oder Ptychoide wegen seiner bleibenden Einfachheit die Eutele (*ευτελης* schlicht) nennen. In der Verbreitung der Eutelen, Fig. 52 t, kann natürlich keine Astathe-Bildung Statt finden. Je weiter diese im umgebenden Ptychoderaume nach dem Centrum der Zelle vorschreitet, je mehr die Zellwand sich verdickt, um so länger wird der Kanal, Fig. 52 t, i, p—m, dessen innere Wandung von der inneren Ptychode überzogen bleibt.

Dies ist der einzige wesentliche Punkt, in welchem meine jetzigen Erfahrungen und Ansichten über diesen Gegenstand von denen abweichen, welche ich in meinen Beiträgen zur Entwicklungsgeschichte der Pflanzenzelle niedergelegt habe. Ich hatte zwar auch dort schon das Vorhandensein einer äusseren, die Astathe von der Eustathe trennenden, zarten Haut erkannt (Beitr. S. 15); allein ihr Zusammenhang mit der inneren Zellhaut war mir noch nicht zur klaren Erkenntniss gediehen. Ich glaubte daher, dass die Tipfelbildung allein auf örtlicher Vereinigung der Ptychoden zweier Nachbarzellen beruhe und dadurch bedingt sei; eine Ansicht, die ich mir selbst durch die Beobachtung widerlegen musste, dass Tipfel auch an den Wänden einer Zelle vorkommen, deren Nachbarzelle keine Tipfelbildung zeigt.

Nach meiner jetzigen Erfahrung kann jede Zelle durchaus selbstständig den Tipfelkanal ausbilden, da die Erscheinung auf der Vereinigung der Ptychode und Ptychoide derselben Zelle beruht.

Meine Ansichten über Entstehung der Spiral- und Ringfalte, des Spiral- und Ringfadens aus zusammengeflossenen Tipfeln oder, besser aus spiral- oder ring- oder netzförmigen Eutellflächen von grösserer Ausdehnung, sind noch heute dieselben, welche ich in meinen Beiträgen ausgesprochen und durch Zeichnung erläutert habe, nur dass hier, wie bei dem einfachen Tipfel, die Ptychoide derselben Zelle das bewirkt, was ich der benachbarten Ptychode zugeschrieben hatte.

Der Spiralfaden kann also, wie der Tipfel in jeder Zelle, sich selbstständig entwickeln: er ist

der wallförmige, scheinbar durch basale Erweiterung des Tipfelkanals mehr oder weniger abgeschnürte, Zwischenraum zwischen zwei parallel und spiral- oder ringförmig verlaufenden Eutellflächen, Fig. 52 1—o. Die Haut zwischen zweien Ringfasern einer Zelle ist also einfach wie die Eutele des Tipfels; sie ist die einfache, ursprüngliche, nicht gespaltene Ptychoide. Im Uebrigen muss ich auf meine Beiträge verweisen; ich habe dem dort Gesagten Nichts hinzuzusetzen.

Die Correspondenz der Tipfelkanäle benachbarter Zellwände und der gleiche Durchmesser correspondirender Kanäle beruht auf einem Verwachsen der Eutelen benachbarter Zellwände, Fig. 53, 54. Sehr wahrscheinlich findet diese Verwachsung oder Verkittung Statt, ehe überhaupt noch eine Spaltung der ursprünglich einfachen Ptychoidehaut eintritt, und die an der Eutellfläche nicht erfolgende Spaltung, dürfte vielleicht eine Folge der Vereinigung mit der benachbarten Ptychoidezelle sein.

Der linsenförmige Raum zwischen den Tipfelkanälen der Nadelhölzer, Fig. 53, mancher Laubhölzer und des Samenweisses der Palmen, Fig. 47, ist mit einer einfachen Ptychoidezelle ausgekleidet, welche mit den Eutelen der aufstossenden Tipfelkanäle verbunden ist. Ich glaube, dass diese Zelle durch Sprossung mit oder ohne Abschnürung entstehe. Möglich ist es aber auch, dass sie aus den Euchrom-Zellen erwachse, welche in dem, die einfachen Häute der eben entstandenen Theilzellen umströmenden, zu Intercellularsaft gewordenen Ptychodesaften liegen. Nimmt man Letzteres an, so würde sich, aus der in einigen Fällen nachweisbar spiraligen Strömung des Ptychodesaftes, eine spiralförmige Ablagerung der Euchrom-Zellen, und aus dieser die oft spiralförmige Anordnung der Tipfel erklären lassen. Ich werde diese Zelle im Verfolg die Zwischenzelle, *areola* — nennen.

Nicht selten bilden sich im ganzen Umfange der Zellen mehr oder weniger grosse Intercellular-Räume, und nur die Eutelen der benachbarten Zellwände bleiben in innigem Zusammenhange, Fig. 54. Darauf beruht die Entstehung des sternförmigen Zellgewebes und die Congugation der Spirogyren.

### Beobachtungen.

#### a) Das Vorhandensein der Ptychoide und deren Verbindung mit der Ptychoide betreffend.

Auf das Vorhandensein einer, die Astathe einschliessenden, sie von der Eustathe trennenden Haut, habe ich bereits S. 15 meiner Beiträge aufmerksam gemacht, und angedeutet, dass dieselbe in ihren räumlichen Veränderungen ein der Ptychoide ähnliches Verhalten zeige. Die Astathe quillt nämlich durch Behandlung mit Säuren nur in der Fläche des Querschnittes auf, meist überwiegend in der Richtung des Radius, wodurch Bilder, wie Fig. 6 meiner Beiträge, Taf. II. Fig. 29 der hier beifolgenden Abbildungen entstehen. Selten findet die Ausdehnung vorherrschend in der Richtung der Peripherie des Querschnittes Statt, wodurch Bilder wie Taf. I. Fig. 40 entstehen. Besonders häufig zeigt sich diese Art von Compressions-Falten an der Holzfaser von *Taxodium distichum* und Fig. 29 der Tafel zu Mohl's Bemerkungen gehört sicher hierher.

Das Aufquellen in der Richtung des Querschnittes geschieht immer auf Kosten der Ausdehnung in der Längsachse. Holz- und Bastfasern verkürzen sich dabei um mehr als die Hälfte ihrer ursprünglichen Länge; allerdings erst bei höheren Graden der Säure-Einwirkung. Ptychoide und Ptychoide erweitern dagegen unter denselben Verhältnissen ihr Volum in keiner Dimension; bei der Ptychoide ist eine Contraction der ganzen Haut in vielen Fällen unverkennbar. Wenn dies für die Ptychoide nicht nachweisbar ist, so lässt sich wenigstens mit Bestimmtheit erkennen, dass sie sich nicht erweitert, denn sie wird von der sich ausdehnenden Astathe gesprengt, dass beweist die durch *Nyctomyces candidus* von dem Eustathekitt befreite, isolirte Faser des weissfaulen Eichenholzes, Nadelholzes etc.

Taf. I. Fig. 46 stellt eine solche, mit diluirter Schwefelsäure behandelte, Holzfaser des Eichenholzes dar. Bei b b hat die Faser ihre natürliche Form und unveränderte Breite. Man erkennt eine äusserste Ptychoide bei starker Vergrösserung nur durch dunkle, in ihre Substanz verwebte Körnchen. Wo, wie bei c c, die Ptychoide durch die Kraft der sich ausdehnenden Astathe ringförmig

gesprengt wurde, da zeigt sich die Astathesubstanz allseitig kugelig aufgequollen. Die Ptychoide ist durch das Aufquellen an die beiden Pole der kugeligen Anschwellung zurückgedrängt und dort als eine zusammengeschobene, mit dunkeln Körnchen durchwebte Haut leicht zu erkennen. Wo die ringförmige Zerreiſung der Ptychoide nicht vollständig erfolgte, wie in d, da quillt auch die Astathe nur einseitig hervor. Wo die Zerreiſung nicht ringförmig, sondern in einem Längenspalte erfolgte, da quillt die Astathe so weit, wie der Spalt reicht, mächtig hervor, und die geplatze Ptychoide contrahirt sich auf der entgegengesetzten Seite zu einem Strange. Beobachtet man die Wirkung der Schwefelsäure auf das Object, so wird man finden, dass im Moment des Zerreiſens der Ptychoide eine rasche Achsendrehung der ganzen Faser eintritt. Durch diese Absonderung legt sich die zum Strange contrahirte Ptychoide in eine Spiral-Linie um die Astathe, wie dies Fig. 46 ff zeigt. Die durch die Säure hervorgerufene Achsendrehung der entblöſsten Astathe, beruht allein in der Ausgleichung einer, im natürlichen Zustande bestehenden, spiraligen Drehung der Astathe (Lehrb. der Pflanzenkde. Taf. 35 Fig. 6 aus *Pinus sylvestris*). Sie liefert den Beweis, dass der häufig spiralige Bau der Astathe nur durch ihre Begrenzung von Ptychode und Ptychoide und durch deren Verbindungsstellen veranlasst, nicht in ihr selbst begründet wird. Das Material für diese Beobachtung liefert jedes weissfaule Eichenholz.

An gesunden Holz- und Bastfasern kann man die Ptychoide folgendermassen zur Anschauung bringen. Man nehme ein Stückchen Eschenholz vom unteren Stammtheile kräftig aufgewachsener, alter Bäume (da hier die Organe stets um vieles grösser sind als in den Aesten), spalte es, und sammle mit einer Pincette die feinsten Fäserchen, die sich, von den Spaltflächen abstehend, mehr oder minder reichlich zeigen. Durch das Spalten wird stets der Eustathekitt der früher benachbarten Holzfasern zerrissen, und die feinen Fasern, welche man erhält, sind entweder ganz davon befreit oder die Eustathe hängt nur noch in Streifen oder Lappen daran. Behandelt man solche Fasern mit concentrirter Schwefelsäure bis zur beginnenden Schwärzung; verdünnt man alsdann die Säure plötzlich mit dem 10—15fachen Volum Wasser (was natürlich auf der Glastafel geschehen muss), so erhält die früher wasserklare Astathelösung ein granulöses Ansehen, und man sieht zuletzt deutlich, dass sie äusserlich von einer zarten Haut umgeben ist, die ihre scharfen Umrisse behalten hat, daher durch die Säure nicht angegriffen wurde. Wo die Ptychoide zerrissen ist, hat sich die aufgelöste Astathe frei nach aussen ergossen.

In vielen Fällen, besonders schön am Eschenholz, Fig. 49, daher ich dieses hervorgehoben habe, ist auch die Ptychoide spiralig gefaltet und dadurch um so deutlicher erkennbar. Darin findet auch Fig. 32 der Mohl'schen Tafel Erklärung.

Ausser der Verschiedenheit im räumlichen Verhalten unter Einwirkung von Säuren, erkennt man die Ptychoide deutlicher da, wo die ersten Anfänge der Eustathe-Abscheidung, kleine, durch Jod sich braun färbende Körnchen oder Tröpfchen, in ihrer Substanz verwebt erscheinen. Das ist namentlich der Fall bei den Zellen des Fleisches vieler Früchte, Fig. 37—39, 41—44 der ersten Tafel, worüber ich sogleich mehr sagen werde, bei den Holzfasern, ganz ausgezeichnet an den Bastfasern von *Taxus baccata* (Lehrb. d. Pflkde, 1841, Taf. 9 Fig. 5 h h), und an den lose verbundenen Zellen aus den Wurzelsträngen von *Iris germanica*.

#### **b) Die Verbindung der Ptychoide mit der Ptychode und die darauf beruhende Tipfelbildung betreffend.**

Die Verbindung der Ptychoide mit der Ptychode in der den Tipfelkanal schliessenden Eutele, tritt in dreifach verschiedener Form auf. Entweder tritt die Eutele über die äusserste Zellengrenze hinaus, in Form kleiner Wäzchen, Säcke oder Schläuche, oder sie liegt ausgespannt genau in der äussersten Zellengrenze, oder sie ist in die Astathe versenkt, in welchem letzteren Falle sie eben so nach aussen wie nach innen durch einen Tipfelkanal begrenzt wird.

Den ersten dieser Fälle, verbunden mit Retraction der Wände benachbarter Zellen zur Bildung von Intercellular-Räumen, die durch die vereint bleibenden Eutelen der Nachbarzellen unterbrochen werden, Fig. 54, finden wir ausgezeichnet entwickelt in den Fruchtzellen von *Viburnum opulus*.

Fig. 37, *Ribes Grossularia*, Fig. 38, *Crataegus*, der Reine-Clauden-Pflaume, Fig. 39, ferner in den Epidermoidal-Fasern der Nadelholzblätter (Lehrb. d. Pflkde, Taf. 30 Fig. 2, 3, 5, 6, wo ich bereits vor zwei Jahren auf diese Bildung aufmerksam machte).

Fig. 41 zeigt die verschiedenen Formen, in denen sich die äusseren Eutel-Tuberkel an den Fruchtzellen von *Crataegus* und der Reine-Claude zu erkennen geben. a—d die Seitenansicht, f von oben, g schräg von oben, h fast von der Seite gesehen. Hierher gehören ferner die chematischen Darstellungen Fig. 52 i, k, p—r und Fig. 54. Der zweite Fall ist der gewöhnlichste, bei der Mehrzahl der Tipfelzellen auftretend; ihn zeigt Fig. 41 k, die oberen Theile von Fig. 53 und Fig. 52 g, l—o. Den dritten Fall finden wir besonders an solchen Zellen, die wie die Nadelhölzer Zwischenzellen entwickeln. Ausgezeichnet daher bei *Taxus* und *Pinus*, Fig. 44 c, wenn mit der Eustathe zugleich auch die Zwischenzelle, Fig. 53 b, fortgeschafft wurde. Aber auch ohne Zwischenzellenbildung zeigt sich mitunter eine versenkte Eutele, so bei den Zellen von *Solanum lycopersicum*, welche die Mittelsäule und Diaphragmen der Frucht constituiren, Fig. 44 b ohne, d nach Säurewirkung.

Die Fruchtzellen von *Solanum lycopersicum*, mehr noch die von *Viburnum opulus*, sind auch in so fern wichtig, als sie einen recht schlagenden Beweis unmittelbarer Vereinigung der Ptychode und Ptychoide dadurch liefern, dass die Tipfelstellen, die hellen Flecken in Fig. 43, hell und rein braun erscheinen, wenn durch Jod und Säuren alle übrigen Zelltheile eine fast schwarz-blaue Farbe erhalten haben und völlig undurchsichtig geworden sind, was wir allerdings auch an den Tipfeln der Nadelhölzer zu Genüge beobachten können. Bei letzteren wird die Eutele nicht oder kaum merklich braun gefärbt, weil sie nicht durch Eustathe-Absonderung getrübt wird, was bei *Solanum* und *Viburnum* hier wie in allen übrigen Theilen der Ptychoide der Fall ist.

Wenn die in Vorstehendem aufgeführten Beläge geeignet sind, zu beweisen, dass in den vorgelegten Fällen die Bildung der Tipfel auf Confluenz der Ptychode und Ptychoide zur Eutele beruhe, so dürfte die Annahme Billigung finden, dass eine solche Confluenz überall bestehe, wo Tipfelbildung auftritt.

#### c) Die periodisch sich wiederholende Spaltung der Ptychode und die darauf beruhende Bildung von Einschachtelungszellen betreffend.

Ueber einen der hierher gehörenden Beläge an *Marchantia polymorpha* habe ich bereits S. 26 dieser Arbeit gesprochen, Taf. II Fig. 12—14 die betreffenden Abbildungen gegeben. Einen zweiten, ganz besonders zu berücksichtigenden Fall bietet die Bastfaser des Palmenholzes.

Mohl findet einen Grund gegen die in meinen Beiträgen ausgesprochenen Ansichten über die Bedeutung einer den inneren Zellraum begrenzenden Haut darin, dass bei den Bastzellen der Palmen, (*Cocos botryophora* und *Calamus* Fig. 8, 25, 26 der zu seinen Bemerkungen mitgetheilten Tafel), zwischen den secundären Ablagerungsschichten (Astathe), in Zwischenräumen, schmale Schichtungen auftreten, die in Farbe (und Structur) von den secundären Ablagerungsschichten abweichend, darin mit der innersten Zellengrenze (Ptychode) übereinstimmen. Die Beobachtung ist durchaus richtig; ich sehe sogar an den Querschnitten der Bastfasern eines Palmenholzes, das unter dem Namen Polixanderholz häufig zu Regenschirm- oder Spazier-Stöcken und anderen Drechslerarbeiten verwendet wird, sehr bestimmt einen geschlängelten Verlauf der schmalen Schichten, herrührend von der durchschnittenen spiraligen Faltungen dieser Schichten. Wenn man diese Organe nicht allein im Quer-, sondern auch im Längenschnitte untersucht, so wird man sich sehr leicht überzeugen, dass die, die Astathe schichtenweise trennenden, concentrischen Ringe (Mohl Bemerk. Fig. 8.) nicht allein Aehnlichkeit mit der innersten Schichtung haben, sondern dieser durchaus gleich und, wie sie, spiralig gefaltet sind. Durch Behandlung mit Säuren wird man erkennen, dass es ineinander steckende, durch die auflöselichen Astathe-schichten von einander getrennte, unauflösliche, häutige Schläuche sind, deren Innerster, häufig auch der Vorletzte, durch horizontale Abschnürungen innerhalb einer und derselben Bastfaser, in mehrere untereinander stehende Ptychodeschläuche getheilt sind, ein Umstand, der vorzüglich geeignet ist,

die Richtigkeit meiner Ansicht zu belegen, und der wohl schwerlich auf andere Weise sich erklären lassen möchte.

Es scheint mir unzweifelhaft, dass wir hier einen gleichen Fall, wie bei *Marchantia polymorpha*, vor uns haben, dass, wie dort, die Bildung von Einschachtelungslagen auf einer, auch während der Festigungsperiode der Zelle noch fortdauernden, periodisch sich wiederholenden Spaltung der inneren Ptychode, und auf, eben so oft sich wiederholender, Astathebildung im neuen Spaltraume beruhe, womit zugleich der Umstand Erklärung findet, dass alle die ineinander steckenden Schläuche und Astatheschichten gemeinschaftliche, vom Zellenlumen bis zur Ptychoide erster Generation verlaufende, Tipfelkanäle zeigen. Leider reichte der Raum auf den hier beigegebenen Tafeln nicht aus, den interessanten Fall mit Abbildungen zu belegen, ich muss mich hier begnügen, auf die chematische Entwicklungsreihe der Ptychode, Fig. 52 p—r, zu verweisen.

Hat man in der Bastfaser des Palmenholzes den Bau und Entwicklungsverlauf erkannt, so brauchen wir ferner kein Material für diese Untersuchungen aus Amerika zu beziehen; jedes Stückchen Bindfaden liefert in den isolirten Hanf-Fasern hinlänglichen Stoff, doch fehlen hier, wie in anderen Bastfasern, die horizontalen Abschnürungen. Dass die Bildung von Einschachtelungs-Zellen eine den Bastfasern ziemlich allgemein zuständige Eigenschaft sei, habe ich bereits S. 16 meiner Beiträge gesagt.

#### **d) Die Vereinigung der Eutelen benachbarter Zellwände, die Bildung des sternförmigen Zellgewebes und die Conjugation betreffend.**

Ohne Zweifel sind die, sich nachbarlich neben einander legenden, Ptychodehäute zweier neu entstandenen Theilzellen, sogleich nach erfolgter Abschnürung, vollkommen von einander getrennt; das geht schon aus der Art der Trennung selbst hervor; auch wird man in allem jugendlichen, noch in der Mehrungsperiode stehenden Zellgewebe die Ptychode jeder Zelle vollständig in sich abgeschlossen finden. Untersucht man hingegen älteres, bis zur Tipfelbildung vorgeschrittenes Zellgewebe, so wird man die benachbarten Ptychodezellen, durch ihre mehr oder weniger langarmige Auskleidung der Tipfelkanäle, gegenseitig verbunden sehen, und zwar so, dass die Eutelen der correspondirenden Kanalschläuche unmittelbar aneinander liegen.

Auf diesen Zusammenhang der Tipfelkanäle und deren Correspondenz habe ich bereits seit acht Jahren wiederholt hingewiesen (Organisation der Waldbäume, Fig. 1—10, 30, 40; Lehrbuch der Pflkde, Taf. 5 e, g, Taf. 9 Fig. 2, 4, Taf. 12 Fig. 3, 4, Taf. 18, 24, 25, 30, 31, 34, 35, 45, 53; Beiträge, Fig. 6—14) Die erste der beifolgenden Tafeln stellt ihn dar in den Abbildungen Fig. 38, 39, 43, 45, 53, 54, die zweite Tafel in den Fig. 9—11, 26.

Besonders deutlich zeigen ihn die Fucoiden, wo ihn auch Kützing überall erkannt und in der Verbindung der Amylidzellen dargestellt hat. Der Gegenstand ist von der äussersten Wichtigkeit, indem er, wenn auch nicht der einzige, doch einer der sprechendsten Beweise für die Primogenitur der innersten Zellgrenze ist. Wenn man auf Quer- oder Längenschnitten die Ptychodearme nicht überall sich unmittelbar berühren sieht, wie dies in Fig. 38 und 39, so wie in den chematischen Darstellungen, Fig. 53 und 54 der ersten Tafel, Fig. 14 m der Beiträge, der Fall ist, sondern häufig eine die Tipfelenden trennende Astathe- oder Eustathe-Schicht beobachten kann, wie in Fig. 45 zwischen \*\*, in Fig. 8 der Beiträge zwischen m m, in Fig. 12 daselbst zwischen n n und o o, so hat dies in Folgendem seine Ursachen:

Erstens tritt die innere Grenzlinie der Eutele, schon allein durch den hier liegenden Schlagschatten, bei der Beobachtung viel schärfer hervor, als die äussere Begrenzung, Fig. 45 \*\*, die nie eine Raumgrenze bildet und dadurch der Beobachtung verschwindet. Es erscheint daher selbst da, wo die Eutelen correspondirender Tipfelkanäle unmittelbar in ihrer natürlichen Lage sich berühren, die doppelte Dicke derselben als ein hellerer, die innersten Grenzlinien trennender Zwischenraum, Fig. 45 n n, an dem sich nur selten die mittlere Trennungslinie recht deutlich erkennen lässt. Zweitens muss sich, wenn man vermittelt sehr starker Vergrösserungen nur das Planum der Schnitt-

fläche dem Auge gewissermassen isolirt \*), in allen Fällen, wo der Schnitt nicht genau in der Axe beider Tipfelkanäle geführt wurde, ein mit der begrenzenden Astathe oder Eustathe erfüllter Zwischenraum zu erkennen geben. Drittens wird in vielen Fällen, wo eine Expansion der Astatheschichten durch Säuren oder Alkalien hervorgerufen wurde, durch diese der Zusammenhang der Eutelen aufgehoben, und die sich ausdehnenden Astatheschichten treten dann wirklich trennend zwischen die Enden der Tipfelkanäle, wie dies in dem der Fig. 45 zum Grunde liegenden Objecte der Fall gewesen ist. Es giebt aber gar viele Fälle, wo der Zusammenhang der Eutelen so fest ist, dass er selbst durch die mächtigste Anschwellung der Astatheschichten nicht aufgehoben wird. So bei den Fucoideen (Vergl. S. 26 und Taf. II Fig. 9, 10). Bei den Epidermoidalzellen der meisten Stengel, Blätter und Früchte, und bei den Holzfasern mit Zwischenzellen. Rasche Auflösung der Astathe durch concentrirte Säuren hebt den Zusammenhang weniger leicht, als langsames Aufquellen in verdünnten Säuren.

Eine unmittelbare, nothwendige Folge der Eutelen-Vereinigung correspondirender Tipfelkanäle ist es, dass zwischen ihnen kein Intercellular-Raum sich bildet, daher auch keine Astathe-Absonderung Statt finden kann. Das Factum lässt sich gar leicht beweisen. Wer sich nur einigermaßen mit der Natur der Astathe bekannt gemacht hat, wird mir zugeben, dass selbst die zartesten Astathelagen durch Jod und Säuren bestimmt blau gefärbt werden, die Eustathe hingegen braun wird. Färbt man Längenschnitte von Tipfelzellen auf diese Weise braun und blau, so wird man finden, dass die Eutelhäute vollkommen wasserklar und ungefärbt bleiben, so, dass man das Vorhandensein einer Schliesshaut nur durch Präcipitate mit Bestimmtheit zu erkennen vermag (Beiträge S. 17). Die grossen Tipfel der Nadelhölzer geben hier den besten Nachweis. Braun werden die Tipfelzellen mitunter, durch eine sie äusserlich bedeckende Eustathe-Schicht, an mehr oder weniger isolirte Zellen, Fig. 43. Am Objecte selbst, Fruchtzelle von *Viburnum opulus*, erkennt man recht deutlich die von den Tipfelzellen aus in's Innere der Zelle verlaufenden Ptychodeschläuche, die ich in der Abbildung nicht angedeutet habe, um dieselbe nicht zu verwirren.) Nie zeigt sich eine Spur blauer Färbung, als in den Fällen, wo eine mächtig aufgequollene Astathe den Zusammenhang der Eutelen aufgehoben hat. Ein sehr natürlicher Rückschluss scheint mir nun aber der, dass, wenn an einer Zelle Astathe und Eustathe braun und blau gefärbt sind, die Tipfelstellen aber ungefärbt bleiben, eine Astathe- und Eustathebildung an dieser Stelle nicht vorhanden sei. Widerrufen muss ich hier die frühere Angabe, dass die Ptychode durch Jod eine braune Farbe erhalte; sie selbst bleibt unter allen Umständen, selbst verkohlt, vollkommen wasserklar, und die braune Farbe rührt allein von den im Ptychoderaume abgelagerten Säften, an der Ptychoide von der Eustathe-Absonderung her. Mohl zeichnet die Eustathe, seine Primitiv-Haut, zwischen den correspondirenden Tipfelkanälen in den Figuren 8, 18, 24 ununterbrochen und in unveränderter Dicke verlaufend, die Tipfelenden trennend. Ich glaube, dass dies auf einem Irrthume beruht. Uebrigens lässt sich die Correspondenz und die stets gleiche Breite der correspondirenden Tipfelkanäle nur aus ihrem Zusammenhange erklären, wie ich bereits in meinen Beiträgen nachgewiesen zu haben glaube.

Wenn im Umfange einer Zelle die Zahl grosser Tipfelzellen nur eine geringe ist und die Intercellular-Räume zwischen den Eutel-Verwachsungen ungewöhnlich gross werden, so entsteht das, was wir sternförmiges Zellgewebe nennen. Die chematische Figur 54 mag dies erläutern. Die geeignetsten Objecte der Untersuchung liefert das Zellgewebe von *Scirpus lacustris* und *Juncus effusus*. Die Eutelflächen sind aber viel kleiner als der Durchschnitt der Sternstrahlen, und stehen in der Mitte der Scheidewand.

Eine Vereinigung der Ptychodehäute benachbarter Zellen besteht also ursprünglich nicht, sie stellt sich aber im Verlauf der Zellenentwicklung her. Dies gilt für alle Tipfelzellen aller Pflanzen. Bei manchen Conferven hat man den Vorgang der Vereinigung direkt beobachtet, ihn für einen Befruchtungsact gehalten und Conjugation oder Copulation genannt. Ich muss das dahin gestellt sein

\*) Eine 500malige Linear-Vergrösserung ist mit wenigen Ausnahmen für alle phytotomischen Untersuchungen ausreichend. Stärkere Vergrösserungen haben aber den für manche Zwecke wesentlichen Vortheil, dass sie nur die in einer und derselben Ebene liegenden Gegenstände erkennen lassen, alles Uebrige in den ausser dem Focus liegenden Nebel hüllen. Für die Erkenntniss des Baues durchschnittener Zellwände sind sie daher unentbehrlich.

lassen, und will nur darauf hindeuten, dass er mir, wie eine allgemeinere Verbreitung, so auch eine allgemeinere Bedeutung zu haben scheint. Im Uebrigen verweise ich auf Meyen's treffliche Beschreibung und Abbildung des Vorganges im dritten Bande seiner Physiologie, S. 411—428 Taf. X Fig. 10—15. Verfolgt man den ganzen Vorgang mit meinen Ansichten über Zellenentwicklung, so wird man die vielseitigsten Bestätigungen derselben darin auffinden.

#### d) Die Zwischenzellen betreffend.

Wer die geringe Grösse der Pflanzenzelle und die grosse Menge der Eustathetipfel kennt, die sich im Umfange mancher, besonders der Holzhöhrenzellen finden, der wird die Behauptung, dass jeder dieser unzählbaren Tipfel einer besonderen, im Intercellular-Raume liegenden, Zwischenzelle sein Dasein verdankt, vielleicht gewagt und überspannt finden. Ich habe daher die Verpflichtung, die Beläge aufzuführen, welche mich zu dieser Ansicht leiteten.

Der linsenförmige Raum zwischen den correspondirenden Tipfelkanälen benachbarter Zellwände der Nadelhölzer, vieler Laubhölzer, des Samenweisses der Palmen, ist entweder ein einfacher Intercellular-Raum, oder er ist mit einer inneren Haut ausgekleidet; diese innere Haut, wenn sie vorhanden, ist entweder eine besondere Zelle oder ein Theil der begrenzenden Zellwände. Ich glaube dies sind die einzigen möglichen Fälle. Ich will nun zuerst die Beläge für die Ansicht auführen, dass eine innere häutige Auskleidung des linsenförmigen Intercellular-Raumes vorhanden sei, ohne Rücksicht auf ihren Ursprung.

1) Die Räume sind innerhalb enger Grenzen in derselben Pflanzenart und um dieselben Zellen von gleicher Form und gleicher Grösse.

2) Die Form ist stets eine regelmässige; in vereinzelter Stellung kugelig wie die vereinzelte Zelle, wo der Druck der einschliessenden Zellwände sehr gering ist, z. B. in den Siebfasern der Saftschichten (Organis. d. Waldbäume, Taf. I Fig. 40 \*); platt, linsenförmig, je fester und dicker die Zellwände sind. Nur ausnahmsweise wird die Form elliptisch-linsenförmig. Es ist nicht einzusehen, wie einfache Intercellular-Räume diesen hohen Grad der Gleichförmigkeit annehmen können.

3) Wo die Räume sich einander nähern, da erhalten sie genau die sechsseitigen Umrisse geschlossener Zellgewebmassen, in Uebergängen wie sie Fig. 17 a, b der ersten Tafel versinnlicht. Unter den Nadelhölzern ist dies bei *Araucaria* Regel; aber auch die getipfelten Holzhöhren fast aller Laubhölzer zeigen die sechsseitige gepresste Tipfelform. Wären die Räume einfache Intercellular-Lücken, entstanden durch Luftbläschen, so müssten sie bei so nahem Aneinandertreten nothwendig verschmelzen.

4) Innerhalb der Räume findet eine Eustathe-Absonderung nicht Statt, was sich allein aus dem Vorhandensein einer Scheidewand zwischen dem linsenförmigen und den übrigen Intercellular-Räumen erklären lässt. Fig. 53 b, chematische Darstellung der Tipfel des Nadelholzes.

5) An ganz jungen, 8—14 Tage alten Holzfasern der Nadelhölzer, wie an eben so alten Holzhöhren der Laubhölzer, sieht man den, schon jetzt bestimmt umschriebenen, Raum dicht erfüllt mit Säften und lebhaft grün gefärbten Euchrom-Zellen. Besonders schön zeigen dies die jungen Holzhöhren des Ahorn und die jungen Holzfasern der Nadelhölzer. Nie habe ich in den früheren Entwicklungsperioden der Holzfasern oder Holzhöhren, Luftblasen im Inneren der Räume gesehen, die sich überall im Intercellular-Raume, durch die ihnen und der sie umgebenden Flüssigkeit so eigenthümliche Lichtbrechung, bestimmt zu erkennen geben. Dies Factum macht es wahrscheinlich, dass der Raum entstehe und ausgefüllt sei durch eine Ausstülpung der Holzfaser-Ptychode, welche einen Theil ihres Ptychodesaftes und der darin befindlichen Zellbrut in sich aufgenommen, und sich zu einem äusseren Brutbeutel abgeschnürt hat; Fig. 41 c, d. In diesem Falle würde daher die häutige Auskleidung des Raumes ein in den Intercellular-Raum getretener, abgeschnürter Theil, in Fällen, wo die Abschnürung nicht vollstän-

\*) Dasselbst habe ich einer Zellenbildungsweise gedacht und dieselbe durch Abbildungen erläutert (Fig. 21, 22), deren ich im ersten Abschnitte nicht erwähnte, weil sie zu meinen frühesten Beobachtungen gehört, und einer sorgfältigen Controle bedarf; es ist dies die Entstehung von Zellbrut im intercellularen Ptychodesafte und die Verschmelzung derselben zu grösseren Zellen.

dig erfolgte, würde sie eine ununterbrochene Fortsetzung der Holzfaser Ptychode sein, eine Ansicht, die ich bereits in den Beiträgen ausgesprochen und Fig. 28 der dazu gegebenen Abbildungen chematisch dargestellt habe. Mohl spricht sich zwar sehr bestimmt gegen diese Ansicht aus, aber ohne Gründe der Zurückweisung anzuführen und mit dem Geständniss, dass ihm selbst der Bau des Tipfels in dieser Hinsicht noch nicht klar geworden sei. Ich glaube daher einstweilen noch bei meiner Ansicht beharren zu dürfen, um so mehr, als allein in ihr eine Erklärung des Umstandes liegt, dass die Bildung der Räume immer erst in einem gewissen höheren Alter der Holzfaser auftritt. An den jüngsten Holzfasern entdeckt man davon keine Spur. Fig. 50 stellt einen Querschnitt aus dem sogenannten Cambium der Kiefern in unveränderter Form dar (den auch Mohl in Fig. 1 der seinen Bemerkungen beigegebenen Tafel abgebildet hat). In den jüngsten 1—14 Tage alten Holzfasern, a—b Fig. 50, schliessen die Wände der benachbarten Fasern sich innig aneinander. Behandelt man die Querschnitte mit Jod und Säure, so dass sich nicht allein die Faser-Radien, sondern auch die sich entgegenwachsenden Holz- und Saftfasern von einander trennen, die Astathe mächtig aufquillt und blau wird, wie dies Fig. 51 zeigt, so wird man sich auf's Bestimmteste überzeugen, dass auch in den Inter-cellular-Räumen zwischen den Radien weder Säfte noch Zellbrut vorhanden sind, welche die Raumbildung veranlassen könnten. Der Raum und sein Inhalt müssen also nothwendig ein späteres Erzeugniss der bereits gebildeten Holzfasern sein. Da nun die umfassende Astathe nach Allem was wir von ihr wissen, nicht geeignet ist, die Zellbrut des Raumes zu erzeugen, so muss die Ptychode der Zelle dieses verrichten, und da liegt es wohl sehr nahe, anzunehmen, dass dies auf gleiche Weise geschehe, wie an den Fruchtzellen von *Solanum*, *Ribes*, *Viburnum*, *Crataegus* etc., durch sackförmige Erweiterung der Ptychode oder Eutele nach aussen.

6) Es lässt sich endlich die Zwischenzelle in einzelnen Fällen isoliren und unmittelbar beobachten. Am ausgezeichnetsten erkennt man sie in dem Samenweisse der *Elephantusia macrocarpa*, wenn man durch verdünnte Säuren die umschliessende dicke Astathe hinwegschafft. Die unaufgelöst zurückbleibenden Ptychodezellen stehen untereinander durch lange Tipfelkanalschläuche in Verbindung, von denen, wie bei den Nadelhölzern, je zwei und zwei correspondiren, aber nicht unmittelbar aufeinanderstossen, sondern beiderseits auf die Mitte einer ziemlich grossen, linsenförmigen Zwischenzelle als trennendes Zwischenglied stossen, und mit denselben in festem Zusammenhange stehen, wie dies Fig. 47 darstellt. Durch Anwendung von Jod wird man sich überzeugen, dass die sich braun färbende Haut der Zwischenzelle genau dieselbe, Bildung und Eigenthümlichkeiten zeigt wie die Ptychode der Zelle und deren Arme. Der Same von *Elephantusia*, bekannt unter dem Namen Steinnüsse, ist bei jedem Drechsler leicht zu beziehen.

Wenn man Querschnitte aus dem Cambium der Kiefer mit diluirten Säuren behandelt, wenn durch Aufquellen der Astathe die Ptychode comprimirt und die auf einen linsenförmigen Raum stossenden, correspondirenden Kanalhäute dadurch ausgespannt werden, wird man, an 2—4 Wochen alten Holzfasern, häufiger beobachten, dass der Tipfelkanalschlauch einer Holzfaser, durch den linsenförmigen Zwischenraum hindurch, in die Nachbarzelle mehr oder weniger weit hinübergezogen wird. In diesen Fällen, die allerdings selten sich zu erkennen geben, da vielerlei Umstände ihr Eintreten bedingen, wird man zwischen den beiden correspondirenden Tipfelschläuchen eine, durch die Kraft des Ueberziehens ebenfalls schlauchförmig ausgezogene, Zwischenzelle deutlich erkennen, in deren Innerem die grüne Zellbrut sich durch ihre Färbung zu erkennen giebt. Fig. 50 d habe ich diesen Fall nur angedeutet. Eine naturgetreue Darstellung fordert mehr Raum als mir hier zur Disposition steht und ich muss daher dieselbe einer der vorliegenden wo möglich bald folgenden Arbeit: über die Entwicklung der Holz- und Bast-schichten vorbehalten.

Dass eine Zwischenzelle die Eutelen der Tipfel des Nadelholzes und des Samenweisses der Palme verbinde, halte ich daher für gewiss, dass diese Zwischenzelle von den Ptychoden der Nachbarzellen abgeschnürt sei, ist mir mehr als wahrscheinlich, ob dies aber der allgemeine Vorgang sei, ob Zwischenzellen nicht auch in der oben angedeuteten Weise, aus, im intercellularen Ptychodesafte gebildeten, Brutzellen entstehen können, müssen fernere Beobachtungen entscheiden.

In Bezug auf die Bildung der Astathe und deren Tipfelkanäle habe ich im Allgemeinen nur noch zu bemerken, dass, bei der radialen Stellung der Letzteren, deren Ausmündungen in den Zell-



raum sich gegenseitig um so näher treten müssen, je mehr sich dieselben, durch Verdickung der Astathe, dem Centrum der Zelle nähern. Daher kommt es, dass solche Tipfelkanäle die ursprünglich nahe aneinander liegen, im Verlauf der Kanalverlängerung häufig zu einem gemeinschaftlichen Kanale verschmelzen; man kann dann leicht auf den Gedanken kommen, es habe hier eine Verästelung des Kanales stattgefunden, was gewiss nie der Fall ist (Vergl. Schleiden's Sendschreiben an mich: „die neueren Entwürfe etc.“ Leipzig 1844, S. 13). Ich habe gesagt: dass sich der regelmässige und gradlinige Verlauf der Tipfelkanäle aus meiner Theorie erklären lasse, nicht: dass er überall gradlinig sei. Die Fälle, wo der Verlauf der Tipfelkanäle nicht gradlinig, sondern bogenförmig oder S-förmig ist, wie z. B. in den Bastfasern des Palmenholzes, gehören jedoch stets zu seltenen Ausnahmen, die mit der Entwicklung mehrerer Ptychoide-Generationen im Zusammenhange stehen.

## B. Die Bildung der Eustathe.

Wenn sich um die Ptychoide einer Zelle eine äusserlich von der Ptychoide begrenzte Astathe entwickelt hat, tritt, bei bestimmten Pflanzen und bei gewissen Organformen, zwischen den Ptychoiden der Nachbarzellen eine, dieselben verkittende, gemeinschaftliche Zwischensubstanz, die Eustathe auf, die eben so wenig wie die Astathe Zellhaut genannt werden kann, wie diese ein accessorischer Zellentheil ist. Nie und nirgends findet Eustathe-Absonderung ohne vorhergegangene Astathebildung statt; wenn die Astathe secundäres Gebilde ist, muss daher die Eustathe eine Tertiär-Formation sein.

Die Absonderung der Eustathesubstanz geschieht, mit Ausschluss der gegenseitig oder mit einer Zwischenzelle verwachsenen Eutel-Flächen, überall im Umfange der Zellen. Wo die Ptychoiden dicht an benachbarten Ptychoiden liegen, da bildet die Astathe eine homogene, zusammengeflossene Kittmasse; wo die Ptychoiden Inter-cellular-Räume oder Zellgewebs-Lücken begrenzen, bildet sie einen Ueberzug, der in manchen Fällen sich zu After-Gefässen (*vasa spuria*) vereint, welche die Inter-cellular-Räume verästelt durchziehen oder die Zellgewebslücken sackförmig auskleiden. Diese Aftergefässe geben ihren Ursprung durch die in ihnen enthaltenen Luftblasen zu erkennen; sie enthalten jedoch mitunter auch Zellbrut und Amylon in Milchsaft-ähnlichen Säften, welche sämmtlich wahrscheinlich nicht in ihnen erzeugt werden, sondern Ueberreste des intercellularen Ptychodesaftes sein mögen. Hier und da zeigt sich die intercellulare Eustathe-Kruste vom Inter-cellular-Raume abgeschlossen durch eine äusserst zarte Astathehaut. Ich glaube, dass letztere nicht resorbirten Ueberresten früherer Zellhälter ihr Entstehen verdankt.

Die Eustathe unterscheidet sich von der Astathe durch gänzlichen Mangel der Schichtung; sie ist stets vollkommen homogen. Bei höheren Pflanzen erhält sie durch Jod und Säuren eine braune Farbe, und zwar früher als die blaue Färbung der Astathe hervorgerufen wird. Bei den Algen hingegen wird sie durch Säuren und Jod lichtblau gefärbt, immer um ein bedeutendes lichter als die geschichtete Astathe.

Die Absonderung der Eustathe höherer Pflanzen geschieht tropfenförmig; sie zeigt sich anfänglich als kleine, mit der Ptychoide wie verwebt erscheinende, Tröpfchen oder Körnchen. Bei fortwährender Absonderung mehren und vergrössern sich dieselben, fliessen ineinander und bilden bei freier Ptychoide eine unregelmässige, unebene Kruste; so bei manchen Pilz- und Flechtenfasern (vergl. S. 24 bis 27 und die dazu gehörigen Abbildungen). Auch auf der Aussenfläche der Cuticula lagert sie sich mitunter mehr oder weniger reichlich ab. An der Bildung der Oberhaut, selbst in deren entwickeltsten Formen und Zuständen, nimmt die Eustathe keinen Theil; eine innere Ptychoide, äussere Ptychoide und die dazwischen gelagerte Astathe sind es, welche erstere constituiren. Zwischen Eustathe, wo solche vorhanden, und Astathe der Oberhaut, lagert also noch die Ptychoide, grösstentheils die äusserste Grenze der Pflanze; dahin sind meine Mittheilungen über den Bau der Epidermis (Lehrb. der Pflkde, Taf. 27, 28, 30, 31) zu erweitern und zu berichtigen.

Die Absonderung der Eustathe-Substanz geschieht im Ptychoderaume der Zelle, von jedem Punkte derselben nach aussen abgesondert, durchdringt sie die Astatheschichten ohne erkennbare leitende Organe.

## Beobachtungen.

Die Eustathe-Substanz tritt zuerst als kleine, durch Jod sich braun färbende Schleimkörnchen zwischen den Zellen auf. An isolirten Zellen zeigen sich diese Schleimkörnchen wie eingebettet in die sehr zarte Ptychoide. Man sehe die Holzfasern der Weissfäule, Tafel I. Figur 46, und was ich darüber S. 32 gesagt habe, ferner die Fruchtzellen von *Ribes*, *Viburnum*, *Solanum*, Fig. 37, 38, 41, 44, die Saftfasern von *Taxus* und *Juniperus*, Taf. 9 und 10 des Lehrb. der Pflkde, und die, durch Anwendung schwacher Säure, leicht sich isolirenden, parenchymatischen Zellen aus den Wurzelsträngen von *Iris germanica*.

Vorzüglich lehrreich ist das Rindenzellgewebe alter Stämme von *Spinacia oleracea*, Fig. 45. Hier quillt die Astathe der sehr grossen Zellen des Rinden-Parenchyms, bb, zunächst der Bastbündel, durch Behandlung mit Säuren, zu ungewöhnlicher Dicke auf. Hat man höchst zarte Quer- oder Längenschnitte vor sich, so erkennt man, zwischen je zweien Zellen, eine gemeinschaftliche Grenz-Schicht von Schleimkörnern, die mehr oder weniger dicht neben einander lagern, sehr selten zu einer Eustatheschichtung zusammengefloßen sind. Viel häufiger sieht man die Schleimkörner in Form langgezogener Tropfen, deren convexes Ende nach aussen gewendet ist, beiderseits der Grenzschicht, noch innerhalb der Astathe-Schichtungen beider Nachbarzellen liegen. Wenn nun auch die langgedehnte Form der Körner künstlich durch das Aufquellen der Astatheschichten hervorgerufen wurde, so wird doch jeder Beobachter aus dem Bilde die Abscheidung des Eustathestoffes aus dem Inneren der Zelle nach aussen, den Durchgang durch die Astatheschichten herauslesen.

Dasselbe zeigt sich auch auf feinen Längen- oder Querschnitten der Epidermoidalfasern derselben Pflanze, Fig. 45 c, (die auch Mohl zum Gegenstande seiner bildlichen Darstellungen gewählt hat, Fig. 22 und 23 der Bemerkungen). Behandelt man die feinsten Querschnitte mit Säuren, so löst sich die Oberhaut, Fig. 45 d, von der Oberfläche der Epidermoidalfasern, und man erkennt, als äussersten Ueberzug der letzteren, noch eine unendlich zarte Haut, die sich hier und da lappig gelöst hat, f. In diese Haut sind die feinsten Eustathetröpfchen wie verwebt, und man wird auch hier durch Anwendung von Jod solche Tröpfchen noch zwischen den Astatheschichten wahrnehmen, g. Zu grösseren Tröpfchen oder Ballen hat sich dieselbe Substanz zwischen den äussersten Zellen abgelagert, h. An den Epidermoidalzellen der Cariopsis des Samens von *Dracocephalum austriacum*, ist letztere Form der Eustathe-Ablagerung ausgezeichnet und vielkörnig entwickelt.

Endlich wende man die Aufmerksamkeit auf die Intercellular-Räume der Epidermoidal- und Rindezellen von *Spinacia*, Fig. 45 i, k. Besonders Erstere zeigen auf feinen Längenschnitten recht klar den Vorgang der Eustathe-Ausscheidung, Letztere die freie Ablagerung derselben auf die Ptychoide der Zellen, k.

Die Aussonderung und Ablagerung des körnigen Eustathe-Stoffes an den Wänden der Intercellular-Räume, zeigt besonders schön das Samenweis vieler Palmen, das langgestreckte Zellgewebe im Umfange der Gefässbündel des Palmstammes, das dickwandige Rindenzellgewebe vieler Hölzer, das äusserste Zellgewebe der Apfelfrucht etc. Besonders zwischen den Epidermoidal-Zellen der Blätter vieler Pflanzen, gestaltet sich der ausgeschiedene Stoff zu einer wirklichen, geschlossenen Haut und bildet ein System von Intercellulargefässen, in deren Innerem man Luftblasen, daher auch Säfte, so wie körnige Substanzen, die durch Jod theils blau, theils braun sich färben, deutlich erkennen kann. Mohl behauptet, diese Angabe beruhe auf unvollständiger Untersuchung (Bemerk. S. 339). Ich habe in Folge dessen den Gegenstand einer genauen Revision unterworfen, habe aber Nichts aufgefunden, was in dieser Hinsicht eine Aenderung der, Tafel 30 Fig. 3, Tafel 31 Fig. 2, 4, 6, 7, 8—10 meines Lehrb. der Pflkde. gegebenen Darstellungen erforderte.

Im Uebrigen muss ich auf die Beobachtungen zurückweisen, welche ich sub c und d des vorigen Abschnittes, über Verwachsung der Eutelen und die an den Verwachsungsflächen nicht erfolgende Eustathe-Bildung aufgeführt habe, so wie auf die Erklärung der zweiten Tafel S. 24 bis 28 wo ich die Eustathe-Bildung niederer Pflanzenformen besprochen habe.

In den letzten Stadien der Zellenfestigung entwickelt sich der Eustathe-Kitt zu grö-

sserer Mächtigkeit; die Astatheschichten vermehren sich noch fortdauernd; die bisher offenen Intercellular-Räume füllen sich hier und da mit einer erhärtenden Intercellular-Substanz, die aber vom Eustathe-Kitt so wenig verschieden ist, dass sie wohl mit ihm zusammenfallen dürfte.

Die Eustathe ist daher keine Haut, sondern eine erhärtete Kittmasse. Wo sie zu besonderer Mächtigkeit sich entwickelt hat, wie im Holze der harten Nadelhölzer, da sieht man auf zarten Längenschnitten deutlich eine unregelmässige Unterbrechung der Substanz in geringen Entfernungen. Es erscheint dies wie der Durchschnitt dicht aneinander liegender, zwischen zweien Häuten breitgedrückter, aber nicht in einander verfloßener Tropfen oder Kügelchen. Eine Haut ist es nicht, eben so wenig, wie man die Astathe eine Haut nennen kann.

Eine Widerlegung meiner Ansichten über Zellenbildung findet Mohl darin, dass in der Cambiumschicht der Dicotylen, die dünnen Wandungen der Elementarorgane dieser Schicht eine unmittelbare Fortsetzung des Netzwerkes sind, welches in dem älteren Theile des Holzes die primären Häute, meine Eustathe bildet. Diese Behauptung des anerkannten Ersten unserer Phytotomen, liefert einen schlagenden Beweis, wie nothwendig die Ausbildung einer anatomischen Experimentirkunst dem Fortschritte der Wissenschaft sei. Wer einen Querschnitt aus der sogenannten Cambiumschicht des Kiefernholzes, Fig. 50, betrachtet, der wird, bei geringer Vergrösserung, nicht viel mehr sehen, als Fig. 1 d. Bemerk. zeigt. Wählt man hingegen für die Untersuchung Material von den unteren Stammtheilen kräftig wachsender, alter Bäume, behandelt man höchst zarte Querschnitte aus dem, in der Entwicklung begriffenen, neuen Jahresringe mit Jod und Säuren \*), so wird man über die Veränderungen und über die Aufschlüsse erstaunen, welche das scheinbar einfache Netzwerk zu erkennen giebt. Man sieht in ihm Intercellular-Räume hervortreten, die sich in radialer Richtung erweitern und unter einander verschmelzen, Fig. 51, so dass das Netzwerk sich in derselben Richtung spaltet und auseinander tritt. Man sieht, dass im Umfange eines jeden Ptychode-Schlauches der ihm entsprechende Theil des Netzwerkes aufquillt, und zwar, unter Umständen, bis zur gänzlichen Verdrängung der Faser-Lumina. Man erkennt jetzt in der expandirten Masse auf's deutlichste die der Astathe eigenthümlichen Ablagerungsschichten, den Ptychodeschlauch einschliessend und zusammenpressend, und wird sich auf's vollständigste überzeugen, dass die Eustathe erst in dem radialen Intercellular-Raume, dann in peripherischer Richtung zwischen den ausgebildeteren Zellen ein und desselben Radius hervortritt.

In Bezug auf diesen Gegenstand will ich hier nur noch eine ganz niedliche Beobachtung einflechten, die zugleich einen recht schlagenden Beweis liefert, dass eine Auflösung dessen, was Mohl Primordialschlauch nennt, nicht Statt findet, indem die innerste Haut vollkommen ausgebildeter Holzfasern, unter Umständen wieder in denjenigen Zustand zurück geht, den Mohl mit obigem Namen bezeichnet. Es hatte sich mir schon lange die Frage aufgedrängt, warum die Rinde vieler unserer Holzpflanzen sich nur so kurze Zeit, gewöhnlich nur 1—2 Wochen hindurch, leicht vom Holze ablösen lässt, während die Bildung der neuen Jahreslage doch meist drei Monate und länger dauert. Die Erledigung dieser Frage schien mir schon darum wichtig, weil auf dieser Thatsache die früheren Ansichten über den freien Erguss der Bildungsstoffe in einen, zwischen Rinde und Holz entstehenden Raum, wenigstens grossentheils zu basiren scheinen, Ansichten, die sich, wenn auch modificirt, bis in die neueren Zeiten lebendig erhalten haben. (Man vergl. Sprengel, Bau der Gew. S. 451. A. Richard, Grundr. d. B. 2te Aufl. S. 113. Treviranus, Physiol. §. 130, 152. Meyen, Pflanzen-Phys. I. S. 397. Agardh, Biologie, S. 74.)

Schon im Jahre 1835, in meiner Arbeit über Cambium etc., sprach ich bestimmt gegen die Zel-

\*) Mohl substituirt der Schwefelsäure Salz- oder Salpetersäure. Ich glaube nicht, dass Letztere Vorzüge haben. Ihre Wirkung ist von der der Schwefelsäure nicht wesentlich verschieden; sie führen aber den Nachtheil mit sich, dass sie die Gläser angreifen, dass sie verdunsten, und sich an den Objectivgläsern starker Vergrösserungen niederschlagen, wodurch die Ansicht getrübt wird. Die Anwendung von Deckgläsern ist bei solchen Untersuchungen stets in so fern nachtheilig, als sie die freie Expansion verhindern und Pressungen veranlassen. Neutralisation durch Ammoniak oder Kali zeigt nicht das, was man durch die Säurewirkung erforschen will. Lässt man in einem Uhrschildchen einige Tropfen Schwefelsäure sich aus der Luft mit Feuchtigkeit sättigen, so erhält man eine Flüssigkeit, die fast gar keine Veränderungen, selbst der zartesten Zellentheile, hervorruft, gar nicht verdunstet, und daher die Untersuchung mit den stärksten Vergrösserungen, ohne Anwendung von Deckgläsern gestattet. Die Schwefelsäure ist für phytotomische Untersuchungen unersetzlich.

lenbildung aus extravasirten Säften, gestützt auf die, in jedem Entwicklungs-Stadium der neuen Jahreslagen beobachtete, Continuität der Zellgewebe zwischen dem alten Holz und den Bastseichten. Zwar hatten schon Duhamel und Mirbel darauf aufmerksam gemacht, dass das Cambium Grev's nicht blosser Saft, sondern das zarte, noch nicht erhartete Gewebe der neuen Holzlage sei; aber, wenn ich die Angaben der Referenten richtig aufgefasst habe, lässt auch Mirbel das Cambium oder die junge Holzlage aus extravasirten Säften entstehen; wenigstens finde ich nirgends die Andeutung des Gegensatzes — Ursprung der neuen Holz- und Bastseichten in den Zellräumen der alten Holz- und Bastlagen.

Gehen wir auf den Ursprung der ersten Organe einer jeden neuen Holz- und Bastlage zurück, so sind nur zwei Fälle denkbar: entweder es bildet sich die erste Holzfaser des neuen Jahrringes ausserhalb der letzten Holzfaser des alten Jahrringes oder innerhalb derselben. Wenn Ersteres der Fall wäre, so müsste die erste Holzfaser in einem Intercellular-Raume entstehen; sie müsste sich hier in und aus einem extravasirten Bildungssstoffe entwickeln, dieser wäre das Cambium in seiner ursprünglichen Bedeutung; die älteste Ansicht wäre nothwendig die richtige. Allein davon zeigt die Beobachtung nichts. Hier, wie überall in geschlossenem Zellgewebe, sieht man die neuen Zellen nur im Inneren vorgebildeter entstehen. Es muss also nothwendig die erste Holzfaser des neuen Holzringes in der letzten des alten Holzringes, die erste Faser des neuen Safttringes in der letzten des alten Safttringes sich entwickeln. Diesen Vorgang bestätigt die Beobachtung vollständig.

Die gegen Ende einer Vegetationszeit sich bildenden Holz- und Saftfasern, weichen von den früher gebildeten nicht allein in der Form, sondern auch in manchen Eigenthümlichkeiten der Organisation ab. Bei gleicher Länge und Breite nimmt ihre Tiefe bedeutend ab (ich habe sie daher Breitfasern, zum Unterschiede von den zuerst sich bildenden Rundfasern, genannt); die Astathe der Breitfasern des Holzkörpers entwickelt sich in bedeutenderer Dicke, selbst bis zum Schwinden des Zellenraumes, die Tipfel stehen nicht mehr auf der den Markstrahlen, sondern auf der der Rinde zugewendeten Breitseite. Ich glaube, dass diese Abweichung der Tipfelstellung allein auf der nicht erfolgenden Veränderung der, ursprünglich immer sehr flachen, Form der Holzfaser, Fig. 50 b, beruhe, woraus dann folgt, dass die Zwischenzelle da entstehen müsse, wo wir sie zwischen den Breitfasern finden, die Eutelen nach Mark und Rinde gekehrt und dass, wenn sich an den Rundfasern ihre Stellung in eine seitliche, den Markstrahlen zugewendete, umändert, dies allein Folge der Erweiterung des Zellraumes in der Richtung der Markstrahlen sei. Es werden sich daraus recht hübsche Schlüsse auf die gegenseitigen Stellungsveränderungen der Membranen im Wachstume begriffener Zellen ableiten lassen. Dies beiläufig.

Den Winter hindurch liegen die letzten Breitfasern des Holzkörpers unmittelbar neben den zuletzt entstandenen Breitfasern der Saftseichten \*). Die den letzteren Organen wie den Saftrohren so höchst eigenthümliche, siebförmige Tipfelung, entfernt jeden Zweifel an der Unhaltbarkeit der Ansicht: es würden die ersten Organe der neuen Schichtungen in jedem Jahre für's andere vorgebildet, aber in einem unausgebildeten Zustande übertragen. Die letzten Breitfasern des Holzes unterscheiden sich sehr bestimmt von den benachbarten Breitfasern der Saftseichten durch die Dicke ihrer Wände. Die Grenze liegt ziemlich scharf in der Linie eines Kreisbogens.

Untersucht man Querschnitte im Frühjahr, kurz vor und kurz nach dem Erscheinen der ersten Neubildungen, so wird man, unter Mitwirkung von Jod und Säuren, Folgendes erkennen: Während die tieferen Breitfasern durch Jod und verdünnte Säuren sich braun färben, erhält die äusserste Breitfaserschicht des Holzes eine blaue Färbung, die zwischen diese Fasern gehörende Eustathe ist resorbirt und die Ptychode-Schläuche zeigen deutlich einen schleimigen, den Winter über in ihnen nicht erkennbaren Inhalt; kurz — man erkennt ein Zurückschreiten der äussersten Breitfaserschicht in den jugendlichen Zustand, durch Verflüssigung der die Ptychode-Schläuche einschliessenden Astathe und Eustathe. Die auf diese Weise frei gewordene Ptychode der letzten Breitfaser des vorigen Jahres wird dann, durch Selbstheilung, zur Mutter aller Neubildungen ihres Radius im folgenden Jahre. Die Selbstheilung der Ptychode geschieht, wie überall,

\*) Vergl. „Ueber Organis. des Holz- u. Bastkörpers der deutschen Waldbäume“ in meinem Jahresber. I. H. 4. Berlin, Förstner 1837.

durchaus selbstständig, d. h. nicht durch eine in sie hineinwachsende äussere Haut, die immer erst nach der Theilung von den neu entstandenen Ptychodezellen erzeugt wird.

Gewöhnlich ist es nur die letzte Breitfaser des vorjährigen Jahrringes welche in den jugendlichen Zustand durch Verflüssigung der Astathe und Eustathe zurückkehrt; mitunter erleidet aber auch die vorletzte, seltener die drittletzte Faser diese Veränderung, wodurch der vorjährige Holzring häufig eine zerfressene, unregelmässige Aussengrenze erhält. Dies machte mich zuerst auf den Vorgang aufmerksam. Man muss ihn an Nadelhölzern studiren, da die Laubhölzer, durch die gleich zu Anfang sich entwickelnden Holzzöhren, ein weniger reines Bild liefern.

In den äusserst zartwandigen, letzten Breitfasern der vorjährigen Saftschicht, lässt sich ein gleicher Vorgang nicht erkennen; wer aber die Organe dieser Schichtung lange studirt, die Parallelen zwischen ihnen und den Organen des Holzringes erkannt hat, wer mit der weiteren Entwicklung beider Schichtungen vertraut ist, und die Gleichförmigkeit derselben beobachtet hat, der wird nicht anstehen, auch einen gleichen Entwicklungsbeginn anzunehmen. Ich kenne Nichts, was dieser Annahme entgegenstände.

Die Leichtlöslichkeit, das Gehen der Rinde, wie wir Forstleute es nennen, hängt mit dem geschilderten Entwicklungsbeginn folgendermassen zusammen:

Die äussersten Breitfasern des Holzringes sind, wie überall, so auch nach aussen hin, mit Eustathe-Substanz bekleidet. Diese äusserste Eustathe-Schichtung des Holzringes, wird um mehrere — 8 Tage, später resorbirt als die Eustathe-Substanz zwischen den sich verjüngenden, äussersten Holzfasern. Innerhalb dieses Zeitraums erkennt man sie zwischen den Neubildungen der Holz- und der Saftschichten als eine zusammenhängende, ziemlich dicke, durch Jod sich braun färbende Haut, durch welche der organische Zusammenhang beider Schichten wirklich aufgehoben zu sein scheint. Dies ist der Zeitraum, in welchem sich die Rinde ungewöhnlich leicht vom Holze lösen lässt. Räume zwischen Beiden sind aber demungeachtet stets nur Folge äusserer Gewalt. Nie findet Erguss und Ablagerung freier Säfte, nie freie Zellen-Bildung Statt. Mit vollendeter Resorbition der Astathehaut treten die Neubildungen der Holz- und Bastschicht in innigeren, organischen Zusammenhang; die Rinde löst sich von da ab weniger leicht. Dass Zellencomplexe, die durch Zellschichten abweichender Bildung früher von einander getrennt waren, unter Resorbition der trennenden Zwischenschicht sich vollkommen vereinigen und in ununterbrochenen Zusammenhang treten können, beweist auf's Unwiderleglichste die Rindereproduction auf blossgelegtem Holze durch die Markstrahlen. (Vergl. mein Lehrb. d. Pflkde, Taf. 70 Fig. 2, 3.)

Beiläufig will ich hier berichten, dass es mir im Laufe des verwichenen Sommers nach achtjährigen Mühen endlich gelungen ist, die Reproduction neuer Holz- und Rindeschichten, auf von Rinde und Bast vollkommen befreieten Flach- und Ringwunden, unfehlbar und in kurzer Zeit hervorzurufen. Das Verfahren besteht sehr einfach darin, dass ich die entrindeten Stellen unmittelbar nach der Verwundung in das einfachste aller Treibhäuser bringe, indem ich die Wunde fenstere, d. h. auf flächenförmige Entrindung eine Glasscheibe mit Baumwachs aufkitte, ringförmige Wunden in einen gesprengten Glascylinder einschliesse und ebenfalls so weit luftdicht verkitte, dass die Luft zwischen Glas und Holz beständig mit der aus der Wunde verdunstenden Feuchtigkeit gesättigt bleibt. Unter mehr als dreissig Versuchen, an den verschiedensten Holzpflanzen und im verschiedensten Alter angestellt, ist mir kein Einziger missglückt. Selbst 6—8 Zoll breite Ringwunden an jungen Holzstämmchen hatten sich in 3—4 Wochen mit neuer Rinde vollständig bedeckt. Die Reproduction beruht allein in einem Hervorwachsen des Zellgewebes der Markstrahlen, wodurch sich die Wundfläche überall mit neuen Kork- und Rindezellen bedeckt, zwischen denen und der entblösten Holzfläche die neuen Holz- und Saftschichten sich entwickeln, wie ich dies bereits im 7. und 8. Hefte des Lehrb. d. Pflkde beschrieben und durch Abbildungen belegt habe. Eine ausführlichere Berichterstattung dieses physiologisch wichtigen Erfolges muss einem anderen Orte vorbehalten bleiben.

Die Eustathe-Substanz giebt sich durch die braune Färbung die sie unter Behandlung mit Jod und Säuren annimmt, am leichtesten zu erkennen. Mohl thut mir aber Unrecht, wenn er meine Arbeit so darstellt, als sei die Ansicht von der Verschiedenheit der Astathe, Eustathe und Ptychode lediglich auf Färbungs-Differenzen basirt. (S. 274, 310 seiner Bemerk.) Schon in meinen Beiträgen

habe ich die Verschiedenheit räumlicher Veränderungen, als ungleich wichtiger, überall vorangestellt (S. 9); auch ist diese Ansicht schon in der Benennung, die ich den verschiedenen Formationen beilegte, ausgesprochen.

Was nun die räumlichen Veränderungen betrifft, welche die Eustathe unter Einwirkung von Säuren erleidet, so sind solche auf Querschnitten wenigstens nicht in die Augen fallend. Unter Verhältnissen, die ein mächtiges Aufquellen, selbst bis zur Verflüssigung der Astathe-Schichten, hervorrufen, erleidet das Netzwerk der Eustathe keine wesentliche Veränderung. Dagegen scheint in vielen Fällen eine bedeutende Volumerweiterung in der Richtung der Längensachse Statt zu finden. Man sieht nämlich gar häufig, wenn man Längenschnitte von Hölzern mit Jod und Säuren zwischen Glasplatten behandelt, die Eustathe sich in viele engbogige Schlangenlinien legen. Diese Linie, ausgezogen gedacht, ist viel zu gross, als dass man die Faltung allein der bereits besprochenen Astathe-Verkürzung zu schreiben dürfte.

Astathe und Eustathe zeigen daher, in Bezug auf ihre räumlichen Veränderungen, in der Richtung der Längensachse ein entgegengesetztes Verhalten. Die Astathe verkürzt, die Eustathe verlängert sich unter denselben Einwirkungen. Darin liegt die Erklärung, warum, bei Behandlung der feinsten Querschnitte mit Schwefelsäure, die mächtig aufgequollene Astathe innerhalb des Netzwerkes der Eustathe bis zur Sprengung desselben verharret, nicht aus ihm hervorquillt.

Bei allen phänogamen Pflanzen tritt die Eustathe als ständiger Zwischenkitt der fertigen Holz- und ächten Bastfasern auf; es ist mir wenigstens kein Fall bekannt, wo ich sie vermisst hätte. Eben so vollkommen entwickelt zeigt sie sich im Umfange der alten Markzellen vieler Hölzer. Partiiell entwickelt auch im Zellgewebe der Markstrahlen; noch weniger ausgebildet im Epidermoidal-Systeme der Rinden. Dem Parenchym und den Markstrahlen der Saftschichten fehlt sie ganz, dem eigentlichen Rindenzellgewebe, den Korkzellschichten und den Markzellen meistens.

Die Holz- und Bastfasern der Cycadeen, Equiseten, Farnkräuter und Lycopodiaceen zeigen ebenfalls noch eine vollkommen entwickelte Eustathe. Bei den Moosen findet sie sich noch vollkommen um die Zellen des Epidermoidal-Systems und in den Intercellular-Räumen der demselben zunächst gelegenen Rindezellen; z. B. im Stengel von *Polytrichum*. Bei Flechten, Schwämmen und Algen hingegen fehlt sie in ihrer vollkommenen Entwicklung gänzlich. Sie tritt hier und da als ein brauner körniger Ueberzug der vereinzelter Fasern auf, und giebt diesen eine unebene Oberfläche, z. B. bei vielen Flechten. Zwischen den äussersten Faserschichten sammelt sie sich mitunter in grösseren Massen und verkittet die Schläuche untereinander zu einer undurchbrochenen Schichte. Bei vielen Algen, vorzüglich entwickelt bei den Fucoideen, tritt in Mohl's Intercellular-Substanz ein der Astathe analoger Stoff auf. Ich bitte, in Bezug hierauf, wie auf das unmittelbar Vorhergehende, S. 24 bis 28 zu beachten.

Nach dem Voranstehenden müssen wir überhaupt vier verschiedene Zellenformen aufstellen: Die Ptychode-Zelle, nur aus der Ptychode gebildet, ist überall vorhanden, von der Eiche bis zur Tremelle, überall aber nur in den ersten Momenten des Zellenlebens; es ist mir kein Fall des isolirten Vorkommens in ausgebildeten Pflanzentheilen bekannt. Die Astathezelle, d. h. die Ptychodezelle, umgeben von Astathe-Schichtungen, finden wir ebenfalls bei allen Pflanzen, diejenigen Theile constituirend, die noch in lebhaftem Wachstume stehen. Es scheint, als wenn in einzelnen Fällen die Entwicklung der Zelle hiermit abschliesse und die Astathezelle als solche bis zum Ende des Zellenlebens fortbestehe; das weiche Fleisch vieler Früchte scheint dafür zu sprechen. Es ist jedoch bei der unendlichen Zartheit der Ptychoide schwer zu beurtheilen, ob sie in gewissen Fällen wirklich fehle oder nur der Beobachtung entgehe. Die Ptychoidzelle, d. h. die Astathezelle umgeben von einer äusseren Haut, ist am verbreitetsten; sie bildet das Zellgewebe der meisten niederen Pflanzengebilde, das Rinden- und Markgewebe, das Blatt- und Fruchtfleisch der höheren Pflanzen und verharret in diesem Zustande bis zu ihrem Tode. Die Eustathezellen, d. h. die Ptychoidzellen umgeben von einer verbindenden Eustathe, stellen die höchste Entwicklungsstufe der Pflanzenzelle dar, constituiren den Holzkörper und die Bastbündel, in einzelnen Fällen auch das Zellgewebe des Markes und der äusseren Rinde höherer Pflanzen.

## Vierter Abschnitt.

Ueber einige andere, von Mohl gegen meine Ansichten ausgesprochene Bemerkungen.

Im Nachstehenden will ich den Versuch machen, auch die Uebrigen, von Mohl in *M* 15 — 19 der botanischen Zeitung erhobenen Einwendungen gegen meine, in den Beiträgen zur Entwicklungsgeschichte der Pflanzenzelle aufgestellten Ansichten, die nicht bereits in den vorangestellten Abschnitten besprochen wurden, zu beseitigen.

1) Mohl führt zwei Pflanzen namentlich auf, in deren Markzellen der Primordial-Schlauch (Ptychode) spurlos verschwinden soll. Dies sind *Pinus sylvestris* und *Asclepias syriaca*. An Ersterer habe ich in 115jährigem, lebendigen, gesunden Marke die Ptychode überall so deutlich und vollkommen erhalten gefunden, wie in der jüngsten und einjährigen Markzelle. Von *Asclepias syriaca* habe ich, im Spätherbste, das Zellgewebe dicht über dem Wurzelstocke 1 Zoll dicker Stengel auf's Sorgfältigste untersucht. Hier ist die Ptychode in eine innere und äussere gespalten; die innere erscheint zerrissen und zerfetzt; man erkennt aber durch Vergleichung der älteren mit jüngeren Zellen deutlich, dass die zerrissenen Stücke Ueberreste von flächen- und fadenförmigen Intercellulargängen sind, und dass ausserdem eine unverletzte äussere Ptychode der inneren Flächen der Astathe-Schichten dicht anliegt.

2) S. 307 und 324 sagt Mohl: Ich gründe meine Lehre von der Ptychode vorzugsweise auf den Bau des Taxusholzes; die Holzfaser derselben sei aber anders gebaut, als die der übrigen Nadelhölzer, und man dürfe daher aus ihrem Baue nicht allgemeine Schlüsse ableiten. Ich muss auf's Bestimmteste behaupten, dass die Holzfaser von *Taxus baccata* von der aller übrigen Nadelhölzer sich einzig und allein in der stärkeren Faltung der Ptychode unterscheidet; dass die Holzfasern der Nadelhölzer von denen der Laubhölzer nur durch die Tipfel und deren Grösse unterschieden sind, (ein Unterschied, der nicht einmal überall besteht, da auch viele Laubhölzer, z. B. die Eiche, Holzfasern mit Eustathe-Tipfeln haben); und dass die Holzfasern überhaupt von allem anderen Zellgewebe nur in Form und Stellung, so wie durch die gegenseitige feste Verkittung abweichen. Ich bin weit entfernt, mich Mohl als Botaniker entgegenzustellen; was aber diesen Gegenstand betrifft, dem ich seit mehr als zehn Jahren vorzugsweise meine Untersuchungen zuwendete, und in dem ich recht eigentlich zu Hause bin, so dürften meine Erfahrungen, selbst ihm gegenüber, von einigem Gewichte sein. Der Viel umfassende, die Erde umsegelnde Forscher kann und darf beim Einzelnen nicht lange und willkürlich verweilen. Mein Schiffelein schwimmt in kleinerem Raume von Ort zu Ort; wo mir's gefällt, da mach' ich Quartier, verweile, so lange wie ich Nahrung und Gefallen finde; mich hält Nichts und treibt Nichts; ohne entweder ein Leibnitz, oder oberflächlich zu sein, wie es in einem jüngst an mich erlassenen Sendschreiben \*) heisst, werde ich die geringere Zahl der betretenen Räume genauer durchforschen können, wie der Tourist, dem sein Beruf nur gestattet, die allgemeineren Umrisse aufzufassen

\*) In Bezug auf dies Sendschreiben habe ich nur die bereits in meinen Beiträgen wiederholt ausgesprochene und gerechtfertigte Bitte zu erneuern: dass Jeder, der daraus ein Urtheil sich zu bilden beabsichtigt, zuvor die Relationen an ihrer Quelle prüfen möge. Die Nothwendigkeit einer Prüfung will ich auch hier nur durch einige, der Einleitung entnommene Fälle darthun, woselbst es z. B. heisst: Sie sind ein vielumfassender Kopf, „Alle Zweige der Naturkunde in gleichem Maasse, Mathematik, Cameralia und Jurisprudenz, so wie die weitschichtige Forstwissenschaft, sind Gegenstände Ihrer wissenschaftlichen Thätigkeit.“ Diese Angabe wird durch „als wörtlich wiedergegeben, hervorgehoben!“ Das Original lautet aber: „Da mich als Forstmann alle Zweige der Naturkunde in gleichem Maasse berühren, da mir ausserdem mathematische, cameralistische etc. Studien und Verwaltungsgeschäfte neben meiner Forstwissenschaft obliegen ... so würde es ungerecht sein, wenn man an mich dieselben Forderungen stellen wollte, denen ein Professor der Botanik entsprechen muss.“ Auf derselben Seite steht: „Sie stellen sich in Bezug auf meine Polemik mit Link und Liebig zusammen.“ Das ist abermals nicht wahr; ich habe grade das Gegentheil davon gethan!

So viel vom ersten Blatte jenes Sendschreibens; wenig Andere enthält es, deren Inhalt nicht zu ähnlichen Berichtigungen Veranlassung darböte, durch die aber der Wissenschaft nicht der geringste Nutzen erwachsen würde, daher es hierbei sein Bewenden haben mag. In Process-Sachen mögen solche Wendungen herkömmlich und geduldet sein; wissen-

Es besteht noch ein Unterschied zwischen oberflächlicher und oberflächlich begrenzter Forschung. Letztere, meist der Gegensatz Ersterer, trägt die Früchte der Arbeitstheilung; Früchte, durch welche besonders die Naturwissenschaften in der neuesten Zeit so vielseitig bereichert wurden. Wenn es sich im Verfolg ergeben sollte, dass auch ich ein Geringes dazu beigetragen, selbst hier und da Einzelnes genauer und vollständiger erkannt habe, als der Botaniker, Zoolog oder Agronom von Beruf, so liegt demnach darin kein besonderes Verdienst meinerseits, eben so wenig ein Vorwurf für Jene, deren Pflicht es ist, allen Gegenständen innerhalb der Grenzen ihrer Wissenschaft gleiche Beobachtung zuzuwenden.

Wenn ich die von mir entwickelte Theorie mit Hinweisung auf den Bau der Holzfaser von *Taxus baccata* erläuterte, so geschah dies deshalb, weil an dieser Pflanze die verschiedenen Theile der Zelle stärker und deutlicher entwickelt sind, als an jeder Anderen. Ich wollte dadurch die Controle erleichtern. In der vorliegenden Arbeit sind gar häufig die Fruchtzellen von *Solanum*, *Viburnum*, *Ribes* etc., citirt; man würde eben so in der Annahme irren, ich habe meine Untersuchungen nicht weiter als auf diese Früchte ausgedehnt. Alle Uebrigen, deren ich so viele untersucht habe, als ich aufzutreiben vermochte, zeigten mir keine wesentlichen, besonders aber keine solche Abweichungen im Zellenbaue, die mir als bemerkenswerth in Bezug auf die aus den Beobachtungen entwickelten Ansichten aufgefallen wären. Die genannten Früchte zeigen das, was ich darlegen wollte, in der vollkommensten Entwicklung, und deshalb wählte ich sie als Beläge. Im Uebrigen glaube ich schon durch die Allgemeinheit, in welcher S. 10 meiner Beiträge die Entwicklungsgeschichte dargestellt wurde, beweisen zu können, dass umfassendere Beobachtungen ihr zum Grunde liegen. Von diesen sind eine grosse Menge, sowohl in meinen Beiträgen, als in der Befruchtungstheorie und im Lehrbuche der Pflanzenkunde niedergelegt und durch Abbildungen erläutert. Ich habe das Vorkommen der Ptychode nicht allein an Holzfasern, sondern auch an Bastfasern, an Spiral- und Holz-Röhren, in den Lebenssaftgefässen, im Parenchym des Markes und der Rinde, in den Epidermoidal-Fasern und Epidermoidal-Zellen, in den Haaren der Narbe und des Griffels, im Zellgewebe des Embryo und in den Aufhängefäden desselben, endlich im Inneren der Pollenschläuche (Befruchtungs-Theorie S. 24 Fig. 29) durch Abbildungen erläutert und schon in meiner Befruchtungs-Theorie ausdrücklich gesagt: „Das Vorkommen des Innenschlauches ist ebenfalls nicht auf die Narbe beschränkt, sondern auf die meisten Organformen des Blattes und des Stengels verbreitet.“ (S. 24.). Demgemäss glaube ich berechtigt zu sein, den Vorwurf zurückzuweisen, auf Beobachtung eines einzelnen Organes, einer einzelnen Pflanze, eine die Gesammtheit der Zellenbildung umfassende Theorie gebauet zu haben.

3) S. 310 heisst es: Ich begründe die Unterschiede zwischen Ptychode, Astathe und Eustathe auf die verschiedene Färbung, welche diese Schichtungen unter Einwirkung von Säuren und Jod annehmen; dieser Unterschied sei aber nicht constant genug, um solche Schlüsse daraus ziehen zu dürfen; namentlich bei *Cocos botryophora*, Fig. 8, seiner Zeichnungen, träten ähnliche Färbungs-Verschiedenheiten auch im Innern der Astathe-Schichtungen hervor. In Bezug auf Letzteres habe ich bereits nachgewiesen, dass die hier auftretenden Wechsel auf dem Vorhandensein wirklicher Ptychoiden zwischen den Astathe-Schichten beruhen, dass wir es hier mit einer Mehrzahl ineinander geschachtelter, wahrer Zellhäute zu thun haben. Was Ersteres betrifft, so stimme ich mit Mohl innerhalb gewisser Grenzen überein, muss aber bei meiner Behauptung in so fern beharren: dass Ptychode, Ptychoide und Eustathe durch Säuren und Jod nie, die Astathe dadurch immer blau gefärbt werde; Letztere allerdings unter verschiedenen Graden der Säurewirkung, mitunter sogar ganz ohne dieselbe. Uebrigens habe ich die genannten Verschiedenheiten nicht allein auf Färbungsverschiedenheit basirt, sondern überall die parallel laufenden Verschiedenheiten räumlicher Veränderungen als ungleich wichtiger vorangestellt.

schaftlichen Streitigkeiten sollten sie fern bleiben; sie schaden der Glaubwürdigkeit dessen, der sich ihrer bedient auch in nicht persönlichen, rein wissenschaftlichen Angaben, selbst wenn dieselben von einer Autorität ausgehen, die, wie Herr Schleiden, „mit den wissenschaftlichen Thatsachen, um welche es sich handelt, vollständig bekannt, als urtheilender Richter im vollständigen Besitz der Acten“ zu sein behauptet, was in phytotomischen Dingen gewiss nichts Geringes, jedenfalls mehr ist, als das Motto besagt: „Ich bild' mir nicht ein was Rechtes zu wissen.“



4) S. 307. Mohl hat eine ziemliche Menge von Pflanzen untersucht, um das Vorhandensein der Ptychode zu constatiren, aber nur ein negatives Resultat erhalten. Die untersuchten Pflanzen selbst werden nicht namhaft gemacht, daher ich meine Gegenbeobachtungen auf diejenigen Pflanzen beschränken musste, von deren Zellen Mohl Abbildungen, ohne Andeutung eines inneren Schlauches, gegeben hat. Dahin gehören aber nur die Figuren 11, 19, 20, 21, 27 — 31. Holz von *Piscidia erythrina* stand mir zur Untersuchung nicht zu Gebot. Mit Ausnahme von Fig. 11 u. 21, erkenne ich in allen übrigen Fällen die Ptychode schon unter Behandlung feiner Schnitte mit verdünnten Säuren. Was Fig. 29 sei, habe ich bereits Taf. I Fig. 40 nachgewiesen; die Ptychode Fig. 40 p meiner Abbildungen ist dort durch den Schnitt herausgeschoben. Sie ist sehr dicht- und kleinfaltig; die Falten zeigen sich ungefähr so, wie die Schrägstreifen in Fig. 31. Letztere stehen mit den, künstlich durch die Säure erzeugten, Compressions-Falten in Fig. 29 in keiner Beziehung. In der Längensicht der Holzfaser von *Taxodium*, Fig. 31, hat Mohl Eustathe und Astathe durchschnitten, den Ptychodeschlauch aber so gezeichnet, wie er sich im nicht durchschnittenen Zustande zeigt, d. h. mit ziemlich gradem Verlaufe der äusseren Seitenwand. An wirklich durchschnittenen Fasern wird man, eben so wie in Fig. 10 und 16, einen, wenn auch viel feinfaltigeren, geschlängelten Verlauf der Ptychode erkennen. Ich glaube, dass der Irrthum vorzugsweise auf dieser sehr verzeihlichen Verwechslung beruht.

In den Markzellen der *Hoya carnosa* ist die Ptychode nur durch Isolirung mittelst concentrirter Säure nachweisbar, da die dickhäutigen, in ein zarthäutiges Mark gebetteten Zellen, sich nicht in hinreichend feinen, für diese Untersuchung geeigneten Querschnitten darstellen lassen. Sind die Astathe-Schichten aufgelöst, so bleibt ein dunkler vielarmiger Körper zurück, die Ptychodezelle mit ihren langen Tüpfelkanalschläuchen. Taf. I Fig. 55.

Bei *Ficus Carica* muss man, um den Ptychodeschlauch zu erkennen, der auch hier gefaltet ist, Fasern von der Spaltfläche sammeln, und, wie oben für die Eschenfaser angegeben wurde, mit concentrirten Säuren behandeln. Die Ptychode ist hier ungewöhnlich zart, und dass hat seinen Grund darin, dass die Holzfaser von *Ficus*, wie die von *Robinia pseudacacia*, Amylon in ihrem Ptychode-Raume bereitet, was nur bei sehr wenigen Holzpflanzen der Fall ist. (Vergl. Organisation der Waldbäume in meinen Jahresberichten.)

Dass Mohl die Ptychode der Markzellen von *Taxodium distichum* nicht erkennen kann, ist auffallend. Was Derselbe über die ungleiche Dicke der Innenhaut angiebt, kann allein darauf beruhen, dass er es versäumt haben mag, die Schnitte vor der Beobachtung mit Alkohol auszuwaschen.

5) Dass die Bildung der Spiralfaser erst mit Vollendung der Astathe aufträte, muss ich bestreiten. Im jugendlichsten Zustande der Zelle ist sie nicht zu erkennen, und meiner Ueberzeugung gemäss, auch wirklich nicht vorhanden. Die ersten Spuren einer Faltung treten erst mit Umwandlung und Festwerden des flüssigen Inhaltes der Ptychoderäume hervor, wodurch die Ptychode selbst klar und wasserhell wird. Dies geschieht aber zu einer Zeit, in welcher die Astathe häufig erst den vierten Theil ihrer normalen Dicke erreicht hat; in einem speciellen Falle, 22 Tage nach dem Entstehen der Faser. Uebrigens lehrt die Untersuchung des Cambium, besonders der Nadelhölzer, auf's Ueberzeugendste, dass das, was Mohl Primordial-Schlauch nennt, nicht allein dieselbe Struktur, Färbungs- und Raumveränderungs-Verhältnisse zeigt, wie die Innenhaut der fertigen Zelle, sondern dass sie auch, wie diese, die Tüpfelkanäle auskleidet und eben so mit den Tüpfelkanälen der Nachbarzellen oder mit der Zwischenzelle zusammenhängt, wie die Ptychode.

6) Die Fälle, in denen die Astathe-Schichtungen nicht in fortlaufenden, dem Mittelpunkte des Zellenraumes concentrischen Schichtungen sich zeigen, sondern, wie in Fig. 2, 3, 17, 23 der Mohl'schen Tafel, abgesetzt, unterbrochen sind, und concentrisch um die Intercellular-Räume liegen, sollen nach meinen Ansichten, d. h. unter Annahme der Primogenitur der Ptychode, sich nicht erklären lassen. Abgesehen von der bereits besprochenen Verwechslung des in diesen Figuren dargestellten Netzwerkes mit dem wahren Eustathe-Netze der Holz- und Bastfasern in Fig. 8, 18, 24, 25; abgesehen ferner von den Mängeln in der Darstellung des Verlaufes der Astathe-Schichten, die sich nie so scharf abgesetzt und ohne Zusammenhang im Raume derselben Zelle zeigen, wie dies die Figuren 2, 3, 17, 23 darstellen, sondern in allen Fällen, besonders nach Behandlung mit Säuren, eine, wenn auch unregelmässig wellige, durch die Tüpfelstellen unterbrochene, doch immer der Längenchse des Organes mehr

oder weniger concentrische Schichtung erkennen lassen, wie dies Fig. 45 meiner hier beiliegenden ersten Tafel zeigt, nie durch mehrere Zellräume ohne Absatz verlaufen, wie dies Fig. 23 der Mohl'schen Tafel angiebt, wo die Schichtungen in acht neben einander liegenden Zellen fortgesetzt verlaufen; abgesehen hiervon, kann ich auch in der That nicht einsehen, dass diese excentrische Schichtung mit meiner Theorie im Widerspruche stände. Allerdings habe ich versäumt, in meinen Beiträgen ausdrücklich zu bemerken, dass ich die innersten, der Ptychode zunächst liegenden, Astathe-Schichtungen für die jüngsten halte; allein das versteht sich ja von selbst, wenigstens kann man a priori gewiss nicht annehmen, dass ein secernirendes Organ die jüngeren Secrete durch die älteren, bereits erstarrten, hindurchtreibe; dies müsste erst durch direkte Beobachtung constatirt werden, wie dies bei der Eustathe-Substanz der Fall ist. In dem Maasse, als durch neu hinzukommende Astatheschichten die Dicke der Zellwand erhöht wird, verringert sich die Breite und erhöht sich die Länge der Tipfelstellen und Kanäle, ungefähr so wie Fig. 2, 3, 17 der Mohl'schen Tafel dies zeigen. Die breiten Räume zwischen den, um die Intercellulargänge sich zeigenden, Anfängen einer Astathebildung, haben die Bedeutung sehr breiter, flacher Tipfelkanäle, die sich in Fig. 2 und 17 allmählig verengen und vertiefen.

Weit eher, so scheint es mir, könnte man diese Ablagerungsform als einen Beweis für die Richtigkeit meiner und gegen die der älteren Ansichten gelten lassen; denn, wenn man freie Ablagerung auf der Innenfläche einer primitiven Haut annimmt, so finde ich in der That keine Erklärung für die regelmässige Ungleichförmigkeit der Ablagerungsschichten.

Nachträglich will ich hier noch zu Fig. 36 i, k, l meiner ersten Tafel bemerken, dass nicht Alles, was auf den ersten Blick als schichtenweise Ablagerung erscheint, wirklich eine solche ist, sondern dass Schichtungen auch durch natürliche Compressionsfalten erzeugt werden können. Dass zeigt das Mehlkorn der Kartoffel. Wird dasselbe durch schwache Säuren expandirt, so gestaltet es sich zu einer grossen Astathezelle, mit noch deutlich erkennbaren, vollkommen parallel verlaufenden, concentrischen Astatheschichten (Fig. 36 l zeigt den Beginn dieser Umformung). Vergleicht man diese Schichtung mit der des unveränderten Kornes n, so wird man zugeben, dass sie verschiedener Bildung sind. Ich möchte behaupten, dass letztere, durch natürliches Wachsthum in beschränktem Raume, ungefähr auf die Weise sich bilden, wie die künstlichen Compressionsfalten der Astathe durch Säurewirkung, entstehen, Taf. I Fig. 40. Das Mehl der Kartoffelfrucht zeigt dies ungleich deutlicher, als das der Knollen.

7) S. 298 sagt Mohl: „Bei der Untersuchung der, in der Entwicklung begriffenen, Spitze des Stammes oder der Wurzel aller Gewächse und der Cambiumschicht der Dicotylen, finden wir ein Zellgewebe, welches sich (abgesehen von der geringen Dicke seiner Wandungen), von dem Gewebe der entwickelten Theile durch ein sehr genaues, bis zu völligem Ausschluss der Intercellular-Gänge gehendes, Aneinanderschliessen seiner Zellen, so wie durch ungleichförmige Dicke seiner Wandungen unterscheidet.“

Es dürfte sich vielleicht im Verfolg herausstellen, dass diese Bemerkung nur in Bezug auf die sogenannte Cambiumschicht richtig ist (Vergl. Fig. 50 der beiliegenden Tafel I). In der wachsenden Spitze des Stammes und der Wurzel sehe ich vorzugsweise sehr grosse Luft führende Intercellular-Räume, und überall gleiche Dicke der Zellwandungen, wenigstens nirgends die regelmässige Ungleichthümlichkeit der Dicke, wie sie dem radial sich entwickelnden Zellgewebe im jugendlichsten Zustande eigenthümlich ist.

8) In einigen Fällen zeichnet Mohl noch eine mittlere Trennungslinie zwischen je zweien Zellen; so aus *Ficus Carica*, Fig. 21, und aus *Furcellaria fastigiata*, Fig 19 der Bemerkungen. Trotz aller Mühen habe ich dieselbe nicht auffinden können.

## Schlussworte.

**I**m Vorstehenden habe ich das Allgemeine des Zellenlebens, die Erscheinungen des Entstehens, der Vermehrung, Ausbildung und Auflösung besprochen. (Letztere im ersten Abschnitte und so weit sie ein Lebensact genannt werden kann, wobei zu vergleichen, was ich in meiner Arbeit über die Vegetationsperioden der Holzpflanzen, über Resorption und Neubildung des Markes der Holzpflanzen gesagt habe.) Es giebt ausserdem aber noch ein besonderes Zellenleben. Dieselbe Zellenform im Blatte hat andere eigenthümliche Lebensverrichtungen, wie im Stengel und in der Wurzel, die Zelle der Anthere hat andere Verrichtungen, und zeigt andere Erscheinungen wie die der Narbe. Was ich über dies besondere Zellenleben weiss, will ich in besonderen Abhandlungen zusammenstellen. Wir haben grösstentheils dabei nicht mit einzelnen Zellen, sondern mit einer Mehrzahl gemeinschaftlich auf einen Zweck hinwirkender Organe zu thun, deren Verein in Blatt, Stamm, Wurzel; in Rinde, Holz, Mark; in Epidermis, Rinde, Sauthaut etc. auftritt.

In meinen Beiträgen habe ich nur von einer einfachen, innersten Zellhaut gesprochen. Noch wird das Vorhandensein derselben als wesentlichster, bleibender Zellentheil, von unserer ersten Autorität in phytotomischen Dingen, in Abrede gestellt, und ich wage schon von einer zweiten Innenhaut, von Ptychodesäften im Raume zwischen beiden, von Zellen verschiedener Natur in den Ptychodesäften, von Ptychoderäumen und Bildungen in jenen Brutzellen etc. zu sprechen. Wer diese Erweiterungen mit Dem vergleicht, was ich in meinen Beiträgen publicirte, wird erkennen, dass die denselben zum Grunde liegenden Beobachtungen, unmöglich in dem kurzen Zeitraume zwischen dem Erscheinen beider Werke gemacht sein können. Das ist denn auch wirklich nicht der Fall, wenigstens ein grosser Theil derselben sind das Ergebniss früherer Untersuchungen, mit denen ich jedoch nicht wagte hervortreten, ehe ich im Besitz einer genügenden Menge unabweisbarer Belege mich befand. Die Untersuchung des Fruchtfleisches und der Fruchtsäfte, so wie die bestätigenden Erfahrungen, die ich überall bei der sorgfältigsten Untersuchung der mir als Gegenbeweise citirten Objecte sammelte, haben mich um ein gutes Theil reicher daran gemacht, und ich glaube nun getrost Muthes mit dem ganzen Umfange meiner abweichenden Ansichten hervortreten zu dürfen.

Von dem was ich in Vorstehendem mitgetheilt habe, bitte ich besonders das Material zu beachten und zu prüfen. Der Arbeiter im Steinbruche darf, wenn er reichlichen Stoff gewinnen will, nicht zu weit in die Formung eingehen; die mag er immerhin Anderen überlassen, die das Material hervorbringt, wie der Krieg den Feldherrn. Es genügt, wenn er zu beurtheilen weiss, was der Bedarf fordert und was benutzbar ist. An Material thut's uns aber besonders Noth, indem der Erfolg mikroskopischer Untersuchungen wesentlich bedingt ist von vielseitiger Material-Kunde. Ich ahne, dass es, selbst mit geringeren Hilfsmitteln, als uns die Optik heute bietet, in der Phytotomie nur relative Grenzen der Beobachtungen gebe; dass kein Organ, kein Organtheil existire, der nicht in irgend einer Pflanze, in irgend einem Pflanzentheile so überwiegend entwickelt sei, dass wir uns nicht schon heute eine klare Erkenntniss desselben zu verschaffen vermöchten. Es kommt nur darauf an, die rechte Pflanze, den rechten Pflanzentheil zu finden, und dazu verhilft nur fleissiges Forschen. Man quält sich oft Jahre hindurch umsonst mit der Erforschung eines Gegenstandes, bis ein glücklicher Griff in die Pflanzenwelt denselben in einer Stunde zur Erkenntniss bringt. Darin liegt aber zugleich die Nothwendigkeit, controlirende Beobachtungen denselben Objecten zuzuwenden, aus deren Untersuchung die zu bestätigende oder zu widerlegende Angabe entsprang.

Die Erfolge mikroskopischer Forschungen sind ferner abhängig von einer richtigen Grundansicht. Diese war, vom Anbeginn phytotomischer Untersuchungen, oder vielmehr von dem Augenblicke an, welcher die Erkenntniss zusammengesetzteren Baues der Zellwand brachte, die Primogenitur der äussersten Zellengrenze. Was ist der Erfolg gewesen? Im günstigsten Falle eine richtige Erkenntniss des Materiellen; über die Bedeutung der einzelnen Zellentheile, deren gegenseitige Bezie-

hungen, deren eigenthümliche Functionen musste man von dieser Grundlage aus im Dunkel bleiben. Eigenthümlichkeiten der Entwicklung und Organisation, die gar nicht zu übersehen sind, blieben unbemerkt und unberücksichtigt, weil sich ihr Dasein mit der theoretischen Anschauung nicht vereinigen liess. Ich erinnere an die allgemein verbreitete Meinung, dass Ablagerungsschichten (Astathe) sich erst dann entwickeln, wenn der Process der Zellenmehrung erloschen sei. Sie ist eine nothwendige Folge der Grundansicht, und daher wohl schwerlich je einer strengen Prüfung unterworfen worden, sonst könnte sie nicht bestehen. (Vergl. S. 30.) Andere Dinge glaubte man zu sehen, weil sie nach der Grundansicht da sein mussten. Was sollte der innere Zellraum nicht Alles in seinem Zellsafte führen? Chlorophyll und Mehlkörner, Cytoblasten, Bläschen und Schleimballen, wovon er in der Wirklichkeit frei ist. Die widersinnigsten Annahmen hat diese Grundansicht in's Leben gerufen, weil man sich nicht anders zu helfen wusste, und lieber solche als gar keine Erklärung geben wollte. Ich erinnere nur an die freie Strömung consistenter Flüssigkeiten in leichtflüssigerem Zellsafte. Leitende Canäle durften nicht da sein; sie vertrugen sich nicht mit der Theorie! Ich sage mit der innigsten Ueberzeugung, dass diese unglückliche Ansicht der Hemmschuh des Fortschrittes und die wesentlichste Ursache der so langsamen Entwicklung phytotomischer Wissenschaft sei. Nur mit Rückblick auf die bisherigen Erfolge konnte ein Botaniker in neuester Zeit sagen: Die Physiologie gehe in einer subtilen Anatomie unter: eine Behauptung, die an und für sich baarer Unsinn ist. Geistreicher und treffender sagt Link im neuesten Jahresberichte: „Die Botaniker sind in der Physiologie und Anatomie aus dem Geleise gekommen und in's Wilde gerathen.“ Darin liegt gewiss viel Wahres; die Physiologen mögen wohl fühlen, dass das alte Geleise nicht zum rechten Ziele führe.

Betrachten wir dagegen die Erfolge der entgegengesetzten Grundansicht: Vorhandensein und Primogenitur einer innersten Zellhaut als wesentlichster Zellentheil; so dürfte wenigstens nicht in Abrede zu stellen sein, dass sie eine Menge von Bildungen und Erscheinungen der Zelle und des Zellenlebens erklärt, die nach der bisherigen Ansicht durchaus unerklärbar sind; dass sie die gegebenen Erklärungen, von einer Grundlage aus, ungezwungen entwickelt; Zusammenhang und die mannigfaltigsten Beziehungen der verschiedenartigsten Formen und Vorgänge erkennen lässt, und dass sie in kurzer Zeit zu einer Reihe von Entdeckungen leitete, die, wenigstens theilweise, durch Mohl's controlirende Arbeiten bereits hinreichend bestätigt sind. Sollte nicht schon deshalb, abgesehen von allen directen Beobachtungen, die Theorie auf Beachtung und sorgfältige Prüfung Anspruch machen dürfen, wenigstens von Seiten Derer, die nicht zu Viel auf das allerdings ehrwürdige Alter der entgegengesetzten Ansicht geben?

Damit will ich nun aber keineswegs behauptet haben, dass meine Ansichten und Erklärungen überall die Richtigen seien. Ich vertrete nur das, was ich in Wort und Bild als beobachtet dargestellt habe, und auch dies nur in so fern, als ich in die Darstellungen wissentlich Nichts aufgenommen habe, was mir nicht zur deutlichen Anschauung vorgelegen hat. Dass er nicht Mehr gebe, kann und muss man von jedem Beobachter verlangen. Dagegen ist sicher noch gar Vieles da, was von mir vielleicht gesehen, aber nicht bemerkt, und daher nicht in die Darstellung aufgenommen wurde. Den factischen Beweis liefert jede Zelle. Wunderbar ist mir stets: dass ich Eigenthümlichkeiten ihrer Organisation, die mir heute überall auf's Entschiedenste entgegentreten, Jahre hindurch übersehen konnte. Das Instrument ist daran durchaus unschuldig; denn das Nürnberger Mikroskop, mit welchem ich meine Untersuchungen begann, lässt mich jetzt das Wesentliche der Zellenbildung so erkennen, wie mein Schieck'sches Instrument. Die besten Gläser schützen nicht vor'm Uebersehen. Das Uebersehene kann von wesentlichem Einfluss auf die Theorie sein; es kann erweiterte, möglicherweise aber auch entgegengesetzte Ansichten begründen. Ob dies der Fall sei, muss die Folge lehren. Das Zuwenig in der Darstellung hat der Beobachter nicht zu vertreten, wenn es sich nicht um handgreifliche Dinge handelt, wohl aber das Zuviel.

## Erklärung der Figurentafeln.

### Tafel I.

Fig. 1—8, 11—18. Zellen aus der Frucht von *Solanum nigrum*. Seite 8—11.

Fig. 11 u. 12. Zwei Zellhälter aus dem Fruchtfleische von *S. n.*, jeder mit zwei inneren Theilzellen. Letztere in Fig. 11 vor, in Fig. 12 nach erfolgter Bildung einer trennenden Astathe. In Fig. 12 sieht man zwischen der älteren Astathe des Zellhölterers und der jüngsten beider Theilzellen bei *d* die noch nicht resorbirten Ueberreste der Metacard- und der Euchromzellen, die im Ptychoderaume der noch nicht getheilten Zelle lagerten. Jede der beiden Zellen hat einen blau gefärbten Metacard, mehrere, theils roth, theils weiss-saftige Epigonzellen, und viele, mit Chlorophyll gefärbte, Euchromzellen in ihrem Ptychoderaume entwickelt, die sich theils durch Einstülpung der inneren, *c*, theils durch Ausstülpung der äusseren Ptychodehaut, *b*, von der Theilzelle trennen. S. 11, 14, 21.

Das Reifen und Saftigwerden der Frucht besteht darin, dass sich zuerst die Astathe der Zellhälter *a*, dann die der Theilzellen *m*, endlich die äussere Ptychode, Fig. 11 *p e*, zu ungefärbten Fruchtsäften verflüssigen. Dadurch werden die inneren Ptychoden *p i*, mit ihrem theils rothen, theils weissen Zellsafte frei, nehmen die Kugelform an, Fig. 1, entwickeln durch Spaltung der einfachen Ptychode einen neuen Ptychoderaum und neue Ptychodesäfte, Fig. 2, und in diesen neue Zellbrut von Metacard-, Euchrom-, und Epigonzellen. Fig. 3—8. S. 8, 9, 21.

Fig. 17. *a-e* und Fig. 18 *a-e* zeigt die Entwicklung des grünen Euchrom und des Stärkemehls in den Euchromzellen von *Solan. nigrum*; Fig. 18 *f*, die des rothen Euchrom in den Euchromzellen von *Lonicera*, *Asparagus*. *g* die des blauen Euchrom in *Rubus*. S. 9, 10.

Fig. 13, 14 sind die frei gewordenen Brutbeutel in Fig. 12 *b c*. Fig. 13 mit vorherrschenden Epigonzellen. Fig. 14 mit vorherrschenden Euchromzellen. S. 10.

Fig. 15 zeigt eine unveränderte Metacardzelle (Cytoblast).

Fig. 16 eine solche mit Ammoniak behandelt. S. 10.

Fig. 6 u. 7. Vermehrung der freien Saftzellen von *Solanum nigrum* durch Abschnürung. S. 21.

Fig. 9. Saftzelle aus dem Arillus-Safte der *Passiflora edulis* mit Einfaltungen der inneren Ptychode, einfachen, Zwilling- bis Vierlings-Mehlkörnern im Ptychoderaume. S. 21.

Fig. 19. Embryosack aus dem Samen von *Cucurbita Pepo*. S. 12, 16.

Fig. 20. Brutbeutel aus der Flüssigkeit desselben. S. 12, 17.

Fig. 21. Embryo aus der Spitze desselben in einer Einstülpung der inneren Ptychode lagernd. S. 16.

Fig. 22, 23. Zellen aus dem Endospermium des Embryosackes der Cucurbitaceen (Fig. 1), mit Einstülpungen der inneren

Ptychode und Intercellulargängen, Metacardzellen und Zellbrut. S. 12, 13.

Fig. 24—26. Metacardzellen aus den Metacardbeuteln der Fig. 22, 23, mit Ptychoderaum und Ptychodesäften, Zellbrut und Intracellulargängen, theilweise erfüllt mit Zellbrut, wodurch die sogenannten Kernkörperchen erzeugt werden. S. 12, 13, 14.

Fig. 27. Spitze des Embryosackes von *Lupinus pilosus* mit Einstülpungen der inneren Ptychode und den darin entwickelten vielzelligen, grünen Prodomen. An der Spitze des grössten untersten Vorkeims der Embryo, *c*. S. 17, 18.

Fig. 28. Eine einzelne Prodomenzelle, mit Metacard- und Euchrom-Zellen. S. 18 (woselbst Zeile 22 v. oben Fig. 28 anstatt Fig. 27 zu lesen ist), 20.

Fig. 29—32. Metacard-Beutel aus der Flüssigkeit des Embryosackes der Leguminosen. S. 17.

Fig. 33—35. Zellen aus dem Hute von *Agaricus emeticus*, die verschiedenen Formen der Vermehrung darstellend. S. 20.

Fig. 36. Zelle aus dem Fruchtfleische von *Solanum tuberosum*, *b-m* die Entwicklung des Stärkemehls im Inneren der Euchrom-Zellen darstellend. S. 15, 48.

Fig. 37. Zellhälter aus dem Fruchtfleische von *Viburnum opulus*, mit Jod und sehr verdünnter Säure behandelt. S. 21, 22, 29, 33, 34, 40.

Fig. 38. Zellhälter aus dem Fruchtfleische von *Ribes Grossularia*. In Bezug auf die Ptychode, deren Spaltraum, Intercellulargänge und Metacardbeutel, ist nur die oberste Zelle ausgeführt dargestellt. S. 21, 22, 29, 33, 34, 35, 40.

Fig. 39. Prosenchymatische Zelle aus dem Fruchtfleische der *Reine-Claude*. Ein interessanter, nicht seltener Fall, in welchem sich die Zelle nur theilweise durch Abschnürung vermehrt hatte. S. 21, 22, 29, 33, 34, 35.

Fig. 40. Querschnitt einer Holz-Faser von *Taxodium distichum*, mit Schwefelsäure behandelt, wodurch die geschlängelten Compressionsfalten der, nur in der Richtung der Peripherie des Querschnittes expandirten, Astathe entstanden. S. 32, 47.

Fig. 41. Die nach aussen vorspringenden Eutel-Tuberkel der Figuren 38 u. 39 stärker vergrössert. Auf der Aussenfläche sieht man die körnig abgelagerte Eustathe-Substanz. S. 20, 33, 34, 37, 40.

Fig. 42 *f, g, h* zeigt den Eutel-Tuberkel der vorigen Figur von oben, etwas schräg und fast ganz von der Seite betrachtet. S. 33.

Fig. 43. Tipfelstellen aus den durch Jod und Säure tief blau gefärbten Fruchtzellen von *Viburnum opulus*. Die Figur stellt nur eine der gegenseitigen Berührungsflächen der Fruchtzellen dar. S. 33, 34, 35, 36.

Fig. 44. Vertiefte Eutelflächen, *b d* aus den Fruchtzellen von *Solanum lycopersicum*, *c* aus den Holz-Zellen der Nadelhölzer. S. 33, 34, 40.

Fig. 45. Querschnitt aus dem Epidermoidal-Systeme und den zunächst liegenden Rindezellen des Stammes von *Spinacia oleracea*; nicht mehr als 300malige Linear-Vergrößerung; mit diluierter Schwefelsäure behandelt, um die, tropfenförmig durch die Astathesubstanz hindurchgehende, Abscheidung der Eustathe zu zeigen.

*d* die durch Wirkung der Schwefelsäure abgelöste Cuticula \*); *c-m* Epidermoidalfaserdurchschnitte, darunter Durchschnitte der Rindezellen. *pp* die innersten Ptychodeschläuche, an den Tipfelstellen theilweise noch mit denen der Nachbarzellen zusammenstossend, durch die expandirte, geschichtete Astathe *a a* an allen übrigen Stellen in's Innere des Zellraums hineingedrückt. Die Schichtungen der Astathe zeigen sich zwar einer jeden Zellenachse concentrisch, aber, durch die Tipfelkanalvereinigungen, wie der aufgenommene Faltenwurf einer Drapirung. Die Zellen werden durch einen gemeinschaftlichen Lichtsaum von einander getrennt, der aber etwas ganz Anderes ist als die Eustathe der Holz- und Bastfasern. Nur an den Wandungen der Intercellular-Räume *ik* sieht man körnige Eustathe-Auflagerung, die an den Rindezellen auch zwischen den Intercellular-Räumen sich in unvollkommener Entwicklung zeigt. S. 35, 40, 47.

Fig. 46. Holzfaser von *Quercus* aus weissfaulem Eichenholz, durch *Nyctom. candidus* ihres Eustathekittes beraubt und dadurch isolirt, darauf mit Säure und Jod behandelt. S. 32, 40.

Fig. 47. Die Enden der Ptychodeschläuche zweier übereinander stehender, benachbarter Zellen des Samenweisses von *Elephanthusia macrocarpa*, mit den correspondirenden Tipfelkanalschläuchen und den, zwischen denselben liegenden, linsenförmigen Zwischenzellen, durch Schwefelsäure isolirt. S. 32, 38.

Fig. 48. Haarzellen von *Cucurbita Pepo*. Die äusserste Grenze bildet die gemeinschaftliche, auch über die Oberhautzellen sich fortsetzende, Cuticula *c*; dieser folgt eine ungemein dicke Astatheschicht *a*, der sich dünnere Astatheschichten *b* anschliessen, die, ein späteres Product jeder einzelnen Haarzelle, jede derselben umfassen und als Scheidewand zwischen ihnen auch in der Richtung der Längsachse auftreten. Die Ptychodeschläuche sind gespalten und der Metacard ist durch die Einstülpung der inneren Ptychode in den Zellraum getreten. An den niedrigsten Zellen hat die Einstülpung sogleich die entgegengesetzte Zellwand berührt, und ihr Raum ist mit dem entgegengesetzten Ptychoderaum

in offene Communication getreten, die einfachste Form eines achsenständigen Intracellular-Ganges (vergl. Taf. II Fig. 7). Je höher die Zelle geworden ist, um so mehr hat sich diese einfachste Form in die eines abgeschlossenen Metacard-Beutels mit strahlig von demselben auslaufenden, theils flächen- theils fadenförmigen Intracellulargängen verwandelt. S. 23.

Fig. 49. Isolirte Holzfaser des Eschenholzes, in welcher sich nicht allein die innere Ptychode, sondern auch die Ptychoide spiralig gefaltet zeigt. S. 33.

Fig. 50. Querschnitt aus dem Cambium der Kiefer, *Pinus sylvestris*, im unveränderten Zustande. Bei *b* die jüngsten, durch geringe Tiefe sich auszeichnenden Organe; nach *c* hin die älteren allmählig tiefer werdenden Holzfaseren; nach *e* hin die älteren Saftfasern. S. 23, 38, 41.

Fig. 51. Querschnitt aus dem Cambium der Kiefer, mit Schwefelsäure und Jod behandelt. Die einzelnen radialen Schlauchreihen haben sich dadurch von einander getrennt, eben so die Holzfaseren von den Saftfasern. *d d* sind die stets grösseren und rundlichen Mutterzellen der Holzfaseren; *g g* die der Saftfasern, die durch Selbsttheilung sich vermehren. \* ist eine einzelne Mutterzelle dieser Art, mit den einhüllenden Astatheschichtungen, in der ich deutlich die innere Einstülpung der Theilzelle beobachtet habe. S. 23, 38, 41.

Fig. 52. Schematische Darstellung der Entwicklung einer einzelnen Zellwand aus der ursprünglich einfachen Ptychodehaut *a*, durch Spaltung und Ptychoderaum-Bildung *b-e*, Astathebildung im Ptychoderaume *e-r*, zu den verschiedenen Formen der Tipfelbildung *e-h*, der Eutel-Tuberkel *ik*, Spiralfaserbildung *l-o* und Einschachtelungs-Zellen *p-r*. S. 30, 31, 34, 35.

Fig. 53. Schematische Darstellung der Entwicklung zweier benachbarter Zellwände zur unmittelbaren Vereinigung der Eutelflächen correspondirender Tipfelkanäle *c*, mit Eustathe-Ablagerung und Verkittung der Intercellular-Räume *e*; so wie zur mittelbaren Vereinigung der Astathesflächen correspondirender Tipfelkanäle durch eine linsenförmige Zwischenzelle *b*. S. 32, 34, 35.

Fig. 54. Dieselbe Entwicklungsreihe, aber ohne Astathe-Bildung und ohne Zwischenzelle, dagegen mit zunehmendem Auseinanderweichen der Intercellular-Räume, zur Bildung der Arme des sternförmigen Zellgewebes. S. 32, 33, 34, 35, 36.

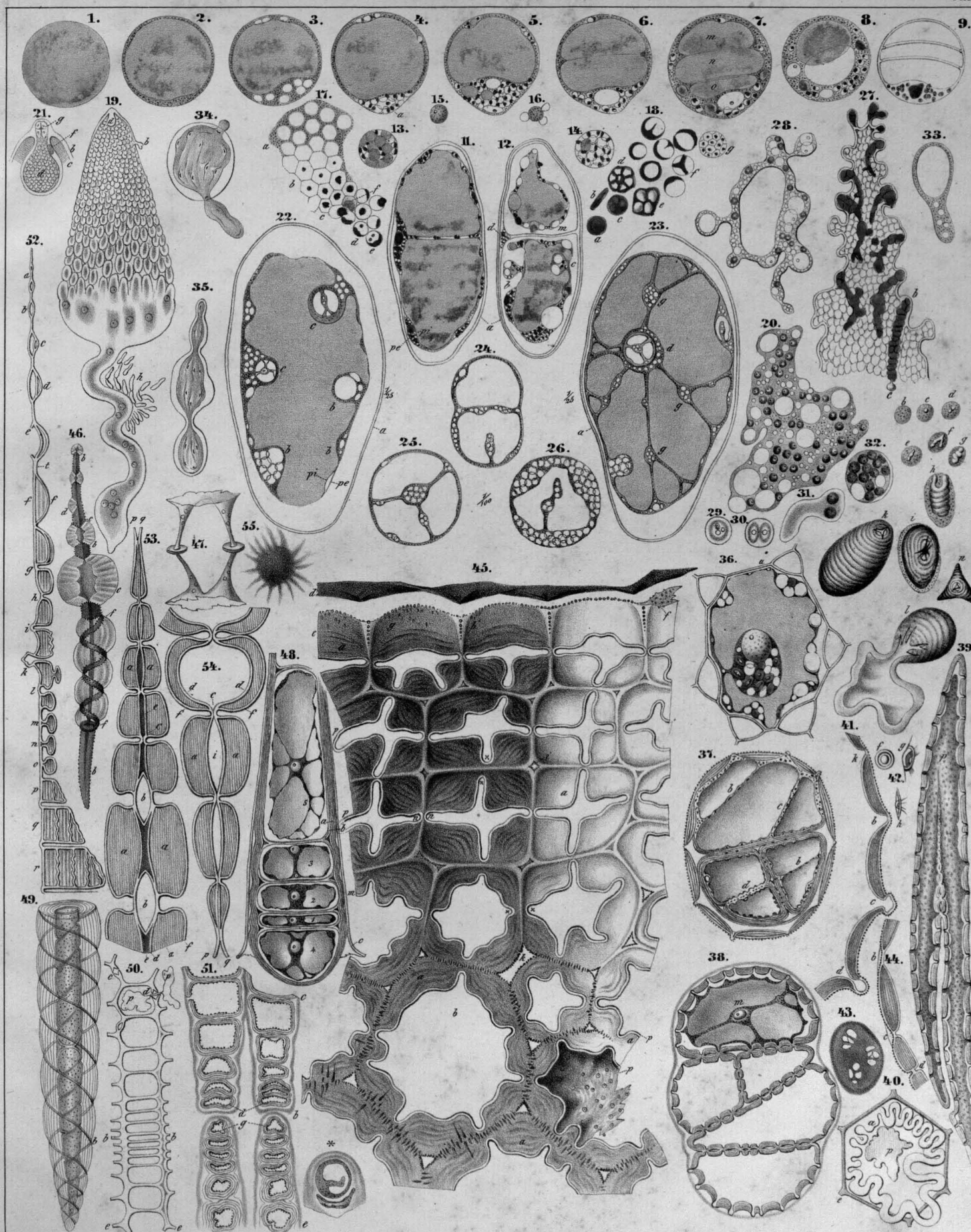
Fig. 55. Die nach Behandlung der dickhäutigen Markzellen von *Hoya carnosa* mit Schwefelsäure ungelöst zurückbleibende Ptychodezelle mit ihren Tipfelkanalhäuten. S. 47.

## Tafel II.

Die Erklärungen zu den auf dieser Tafel gegebenen Abbildungen sind Seite 24—28 übersichtlich zusammengestellt.

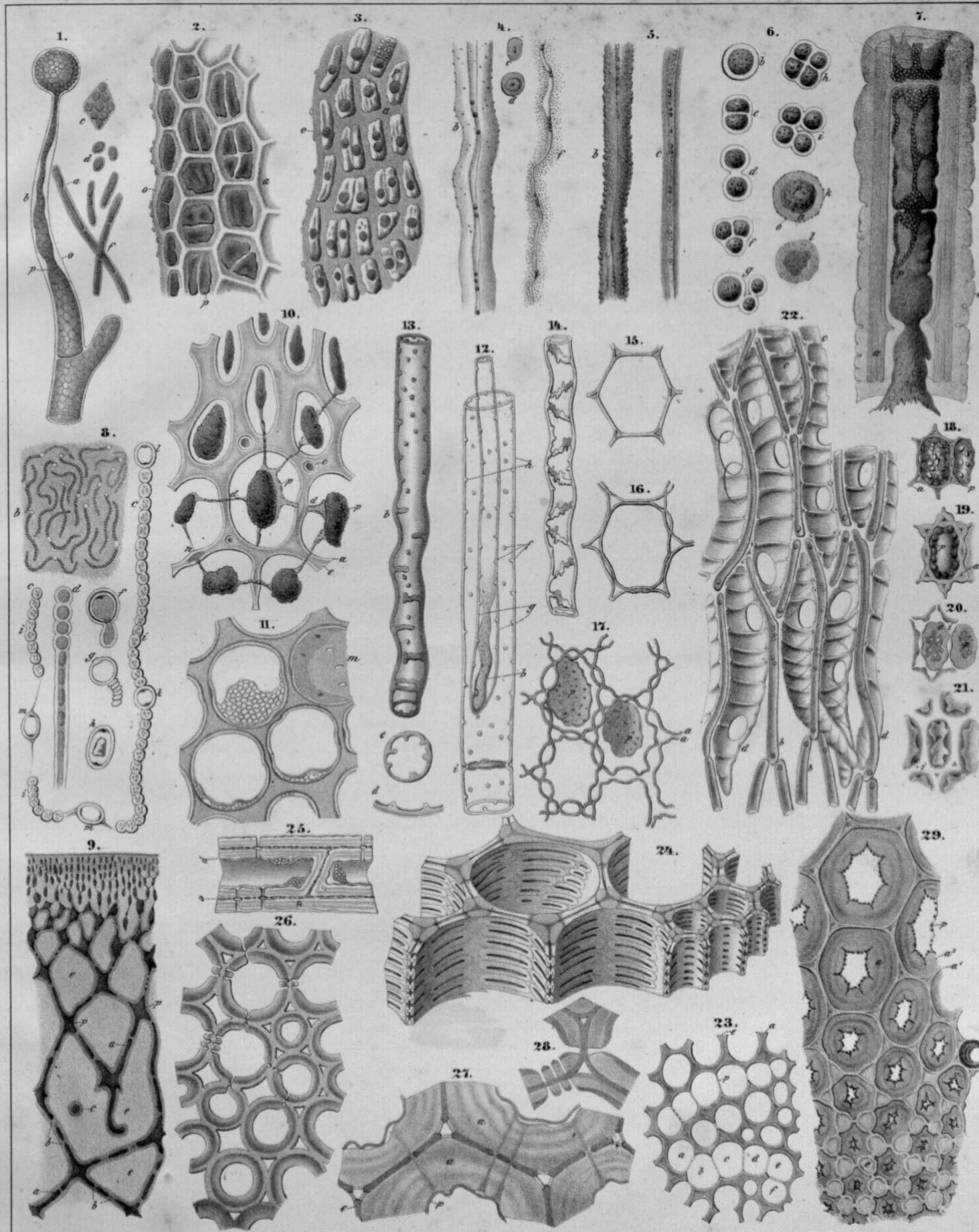
\*) In ihr sind vereint: Ptychode, Ptychoide und Astathe der Urzelle. Erstere erleidet Einstülpungen in's Innere der Epidermoidal-Zellen und bekleidet als solche die Athemböhlen. Die Ptychoide, früher von mir als Eustathe dargestellt, zieht sich äusserlich über die Spaltöffnungen, diese verschliessend. Schleiden muss meine Arbeit über diesen Gegenstand höchst oberflächlich angesehen haben, wenn er darin Inconsequenzen zu finden glaubt (S. 13 seines Sendschreibens an mich).











Bibliothec.  
Collegium Carolinum